

## Apuntes sobre la LUZ

Paralelamente a la historia del átomo, los descubrimientos sobre ella evolucionaron paso a paso.

**Newton -1675-**, propuso la **Teoría Corpuscular**. La luz es producida por pequeños corpúsculos emitidos por los cuerpos luminosos, que se propagan en todas las direcciones.

**C. Huygens -S. XVII- Teoría Ondulatoria:** En donde se proponía que la radiación luminosa es una perturbación de tipo ondulatoria.

Los puntos que forman un frente de ondas se comportan como nuevos focos emisores de onda, los cuales se propagan en todas las direcciones con la misma **velocidad de fase** :

$V = \frac{\lambda}{T}$  y originan el siguiente frente de ondas.

**Difracción:** Es la distorsión que sufre una onda cuando llega a un obstáculo que impide su transmisión y que tiene una dimensiones comparables con la  $\lambda$ .

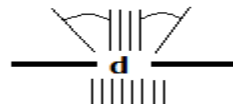
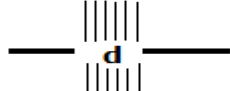
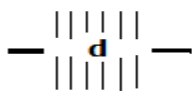
$\lambda < d$

$\lambda = d$

$\lambda > d$

Cambia la dirección de propagación y se difracta.

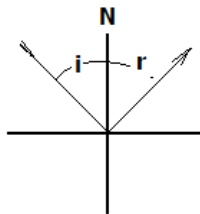
$\alpha$   $\alpha$



**Young -1800-**, La teoría ondulatoria, explica la Refracción y la Reflexión.

### Reflexión:

Consiste en el cambio de dirección que experimenta un tren de ondas cuando incide en una superficie lisa sin atravesarla.

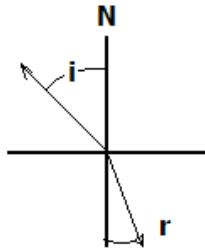


**Ley de Descartes:**  $\hat{i} = \hat{r}$

1.- El rayo incidente, la normal y el ángulo reflejado están en el mismo plano.

2.- El ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión y están en el mismo plano.

## Refracción:



**Ley de Snell:**  $\frac{\hat{\sin i}}{\hat{\sin r}} = \frac{V_0}{V} = cte. = n$

Siendo **n** = **índice de refracción** relativo del 2º medio respecto al primero.  $n = \frac{c}{V}$

1. La normal, el rayo incidente y el refractado están en el mismo plano.
2. La relación entre los senos de los ángulos de incidencia y refracción es una cantidad constante, llamada "índice de refracción" del 2º medio con respecto al 1er medio.

$$n = \frac{c}{V}, \quad n_r = \frac{n_2}{n_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

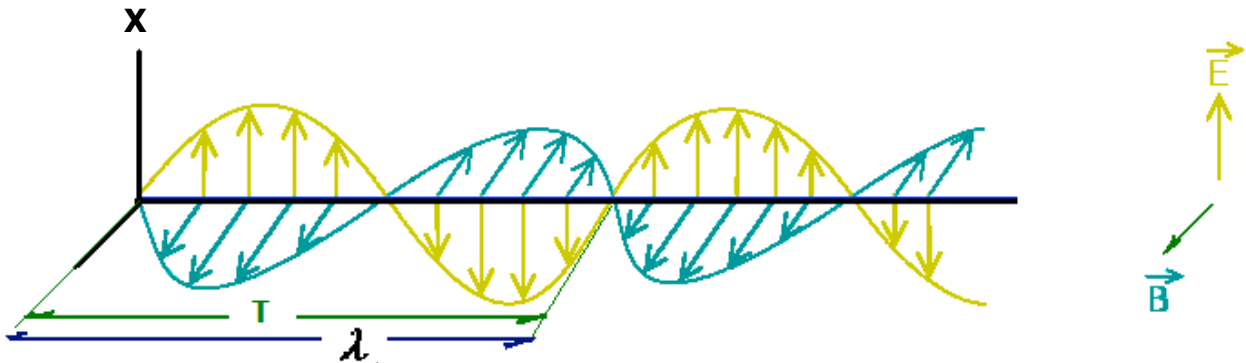
**Ángulo límite:**  $\hat{r} = 90^\circ \Rightarrow \hat{\sin l} = \frac{n_2}{n_1}$

Cuando el tren de ondas viaja de un medio a otro, "la frecuencia no cambia".

El fenómeno de la refracción consiste en el cambio de velocidad que experimenta un tren de ondas cuando pasa de un medio a otro de diferente densidad

**Fresnel -1815-** Establece la base matemática para la teoría ondulatoria.

La luz es una radiación electromagnética, es decir, una onda formada por la unión de dos campos, uno eléctrico y otro magnético.



Las ondas electromagnéticas propagan energía mediante vibración de un campo eléctrico y uno magnético perpendiculares. Las características son:

- **Longitud de onda** -  $\lambda$  - Es la distancia mínima entre dos puntos que están en el mismo estado de vibración; es decir, módulo, dirección y sentido.
- **Frecuencia** -  $V$  - Número de ciclos por unidad de tiempo. Su unidad en el sistema internacional es el Hz. Equivalente a 1c/1s, o pps. La frecuencia de una luz determina su color. La relación entre la  $\lambda$  y  $V$  es  $c = \frac{\lambda}{T}$ , y  $T = \frac{1}{V}$ ;
- **Amplitud** -A- Valor máximo de x.

## **Röegten -1895-** Descubrimiento de los Rx

### **Plank -1900-** Radiación del cuerpo negro.

La emisión de radiación electromagnética se produce en forma de "paquetes" o "cuantos" de energía –fotones-. Por lo tanto la radiación no es continua, es decir, los átomos no pueden absorber o emitir cualquier valor de energía, sino solo unos valores concretos. La energía correspondiente a cada uno de los "cuantos" se obtiene:  $E = h \cdot \nu$  Siendo  $h$  la constante de Plank:  $6.6246 \cdot 10^{-34} \text{ j} \cdot \text{s}$ , y  $\nu$  la frecuencia.

Los átomos radiantes se comportan como osciladores armónicos y cada uno oscila con una frecuencia  $\nu$ .

### **Einstein -1906- Efecto fotoeléctrico.**

Propuso que la luz puede ser considerada como un haz de partículas o como una onda, con una relación entre la energía cinética de cada partícula y la frecuencia de la onda. La partícula de la luz recibe el nombre de fotón y la energía de cada fotón es un cuanto de energía.

$$h \cdot \nu = h \cdot \nu_0 + Ec$$

La luz monocromática de suficiente energía incide sobre una superficie metálica, se emiten electrones.

La energía de los fotones es independiente de la intensidad, pero proporcional a la frecuencia de la radiación incidente.

El número de fotoelectrones emitidos por segundo es proporcional a la intensidad de la radiación incidente.

Para cada metal hay una frecuencia crítica -frecuencia umbral-  $\nu_0$  por debajo de la cual no se produce emisión de fotones.  $h \cdot \nu_0 =$  Energía mínima, llamada función de trabajo.

### **L. De Broglie – 1924- Teoría Corpuscular-Ondulatoria.**

Según la mecánica ondulatoria, la luz está formada por fotones –corpúsculos-, pero a cada fotón se le asocia una onda.

Cada partícula en movimiento lleva asociada una onda, de manera que la dualidad onda-partícula puede enunciarse como:

Una partícula de masa  $m$  que se mueve con una velocidad  $v$  puede, en condiciones experimentales adecuados, presentarse y comportarse como una onda de longitud de onda  $\lambda$ .

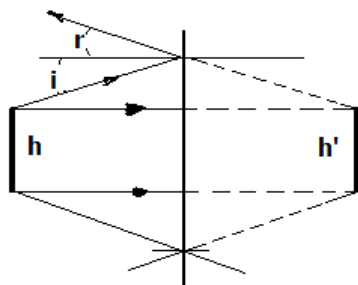
$$\text{O.M.} \Rightarrow E = h \cdot \nu; \text{ Fotón: } \Rightarrow E = m \cdot c^2 \text{ Por tanto como } m \cdot v = p \text{ y, } p = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow$$

Cuanto mayor sea el  $P$  de la partícula, menor será la frecuencia de la onda asociada.

**En la actualidad:** La luz es una onda-corpúsculo que se propaga como un movimiento ondulatorio transversal, que vibra en la dirección de los infinitos planos que pasan por el eje, que es la dirección de propagación.

# Formación de imágenes en espejos

## 1.- Espejos planos:

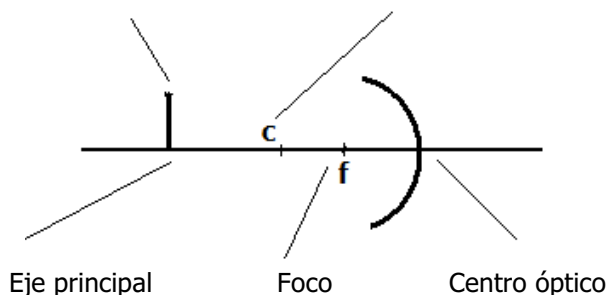


El rayo reflejado, se propaga hasta que encuentre el rayo perpendicular, en ambos casos su prolongación. Las imágenes obtenidas son: **simétricas** del objeto respecto al plano del espejo, **virtuales** –ya que se forman por la prolongación de los rayos- y del **mismo tamaño**.

Amplificación:  $M = \frac{h'}{h}$  En los espejos planos  $M=1$

## Espejo Cóncavo

Objeto                      Centro de curvatura

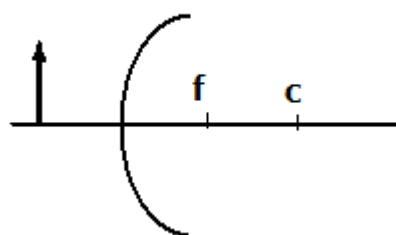


Eje principal

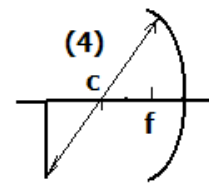
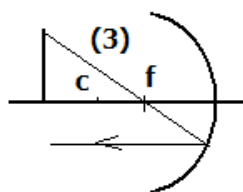
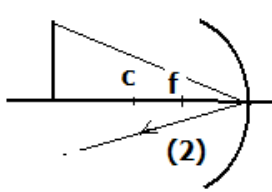
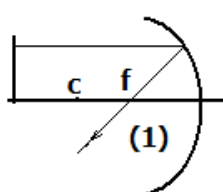
Foco

Centro óptico

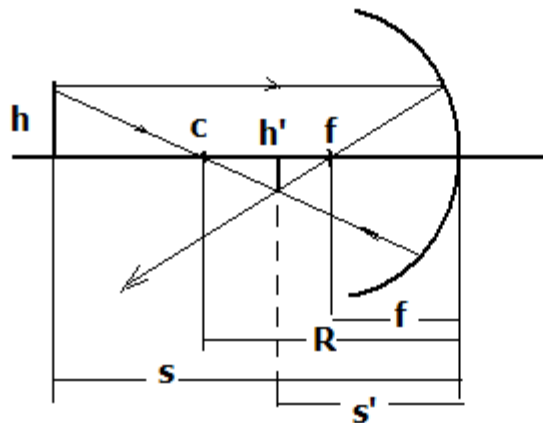
## Espejo Convexo



- 1.- Un rayo paralelo al eje principal sale reflejado por el foco (1)
- 2.- El rayo que incide en el centro de la figura, cuando se refleja en el espejo, forma con el eje principal un ángulo igual al de incidencia. (2)
- 3.- Todo rayo que pasa por el foco, **f**, se refleja paralelo al eje principal. (3)
- 4.- Todo rayo que pasa por el centro de curvatura, **c**, se refleja en la misma dirección pero en sentido contrario. (4)



## Espejos cóncavos:



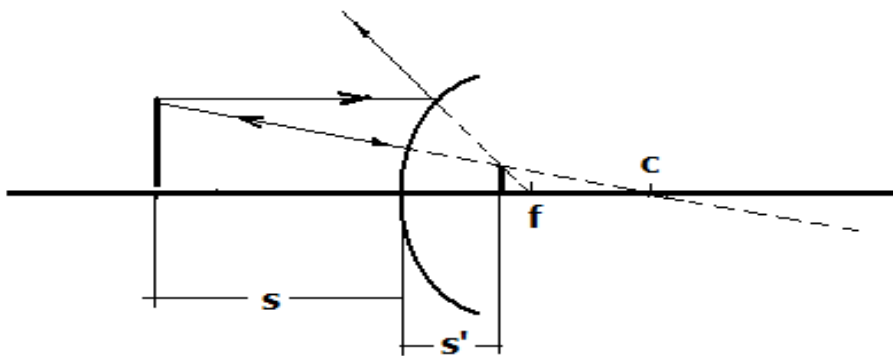
$$1/s + 1/s' = 2/R$$

Como  $f = R/2$

$$1/s + 1/s' = 1/f$$

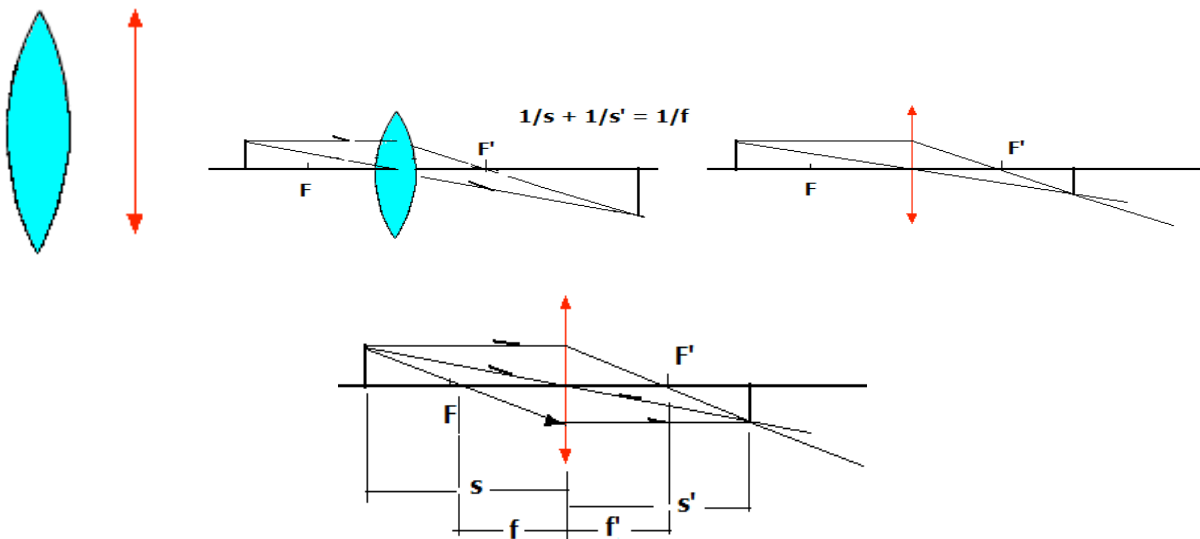
$$\text{Aumento} = h'/h = -s'/s$$

## Espejos convexos:

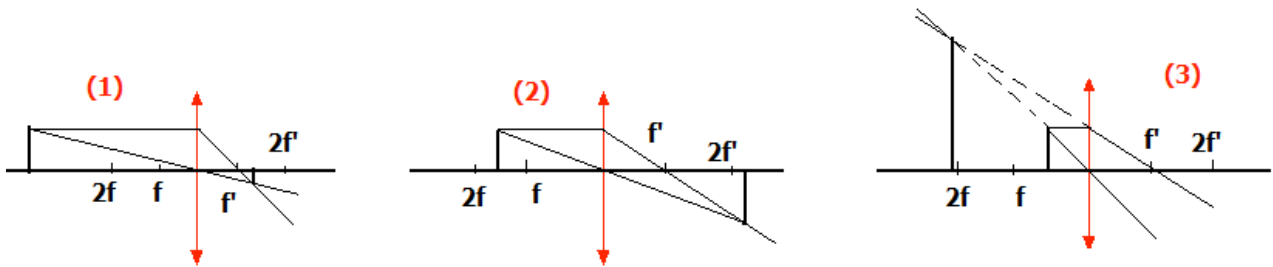


## Formación de imágenes en lentes

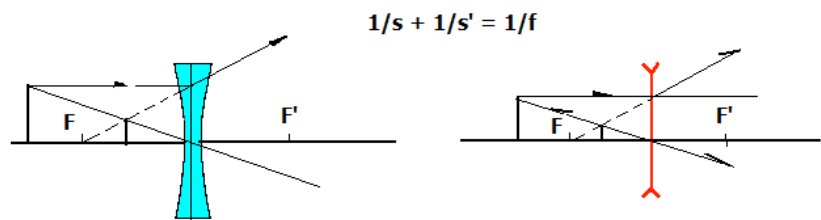
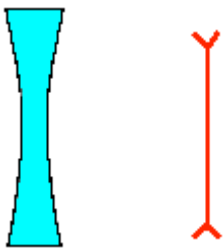
### Lentes convergentes



- (1) Objeto entre  $-\infty$  y  $2f \Rightarrow$  Imagen: real, menor e invertida; entre  $f'$  y  $2f'$ .
- (2) Objeto entre  $2f$  y  $f \Rightarrow$  imagen: real, mayor e invertida; entre  $f'$  y  $+\infty$
- (3) Objeto entre  $f$  y lente  $\Rightarrow$  imagen: virtual, mayor y derecha; entre lente y  $-\infty$ .



## Lentes Divergentes



**Potencia =  $1/f$**

**Potencia =  $1/(\text{Distancia focal en metros})$**

**Si  $f = 1\text{m} \Rightarrow P = 1$  Dioptría**

**Lente divergente  $\Rightarrow$  imagen: menor, virtual y derecha.**