

Espectroscopia: Estudio de la materia en base la observación y estudio de sus propiedades espectrales.

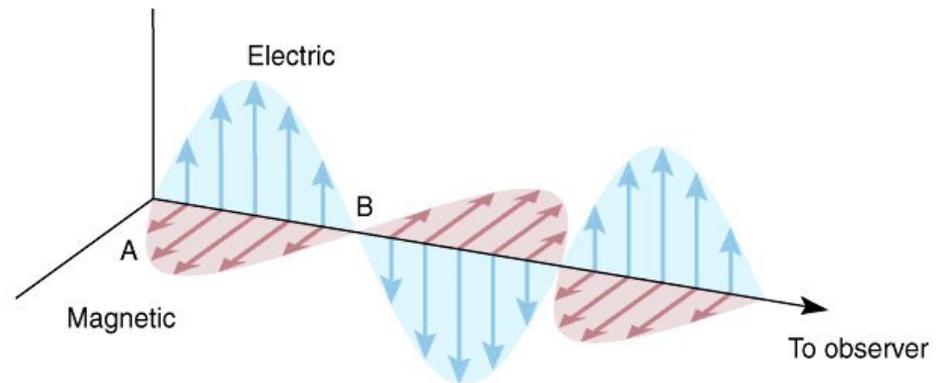
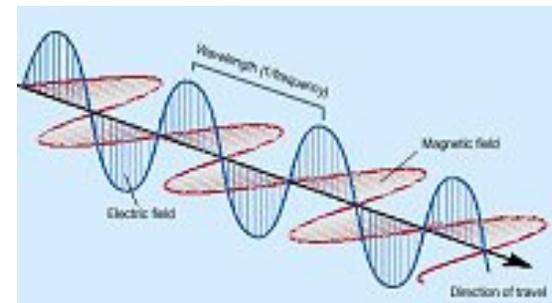
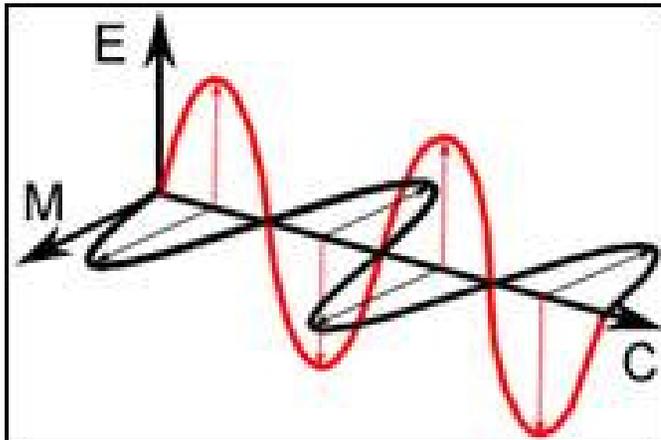
Los antecesores de la moderna espectroscopía fueron Kirckoff y Bunssen quienes a mediados del siglo XIX efectuaron estudios observando las líneas de emisión de diferentes elementos químicos. La espectroscopía tiene íntima relación con la radiación electromagnética (REM) y sus propiedades.

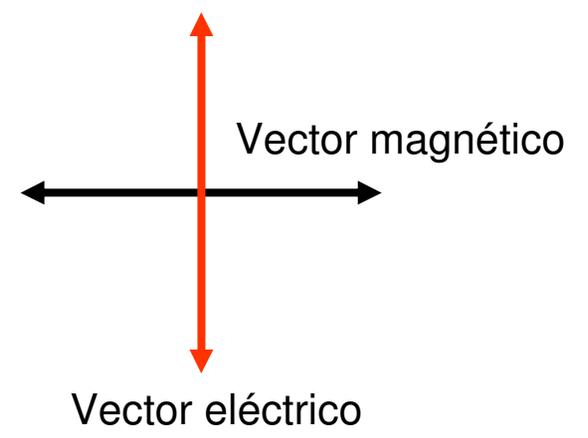
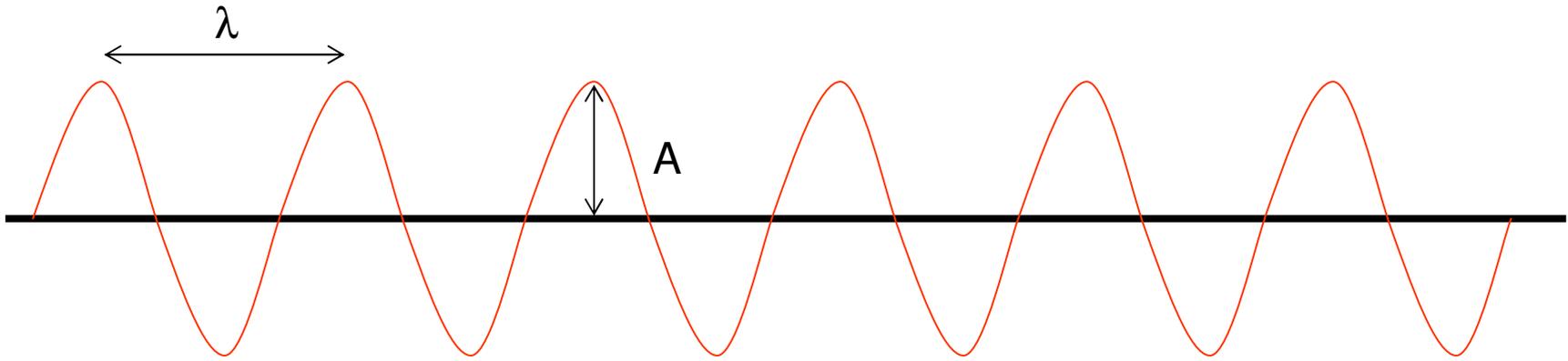
**RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA:** es una forma de energía que tiene propiedades ondulatorias y corpusculares.

Cuando se comporta como ondas, éstas tienen la propiedad de viajar a través del aire así como del vacío y su velocidad en este ultimo medio es de 300,000 Km/seg. ( $3 \times 10^{10}$  cm/seg.).

PROPIEDADES ONDULATORIAS: La radiación electromagnética tiene una componente eléctrica y una componente magnética. El vector eléctrico y el vector magnético son mutuamente perpendiculares.

Únicamente la componente eléctrica es activa al interactuar con la materia, por lo que solo esta parte de la radiación será considerada en el fenómeno de absorción de la radiación.





Lambda ( $\lambda$ ), está relacionada con la frecuencia y con la velocidad de la luz de la siguiente manera:

$$\lambda \nu = c/n = v$$

$\nu$ =frecuencia=numero de longitudes de onda (ciclos) que pasan por un punto fijo en la unidad de tiempo. Unidades: ciclos/seg o  $\text{seg}^{-1}$

$c$ =velocidad de la luz  $3 \times 10^{10}$  cm/seg

$n$ =índice de refracción

$\lambda$ =longitud de onda. Distancia entre dos puntos requeridos para completar un ciclo. Unidades: cm

$\tau$ =periodo. Tiempo requerido para completar un ciclo. Unidades: seg/ciclo o seg.

$\eta$ =numero de onda. Es el inverso de la longitud de onda. Se define como el numero de longitudes de onda en 1 cm. Unidades  $\text{cm}^{-1}$

$v$ = Velocidad de desplazamiento de la onda en un medio específico.

Si  $n=1$  como es el caso cuando la onda se desplaza en el aire o en el vacío

$\lambda \nu = c = v$ =velocidad de la luz

PROPIEDADES CORPUSCULARES: Max Plank en 1921 encontró que la relación entre la energía de la radiación electromagnética y su frecuencia está dada por la siguiente ecuación:

$$E = h\nu$$

Como  $\nu = c/\lambda$  entonces:  $E = hc/\lambda$

Donde:

$h$ =constante de Planck= $6.624 \times 10^{-27}$  erg-seg

$c$ =velocidad de la luz= $3 \times 10^{10}$  cm/seg

$\nu$ =frecuencia de la radiación=ciclos/seg

$\lambda$ =longitud de onda.

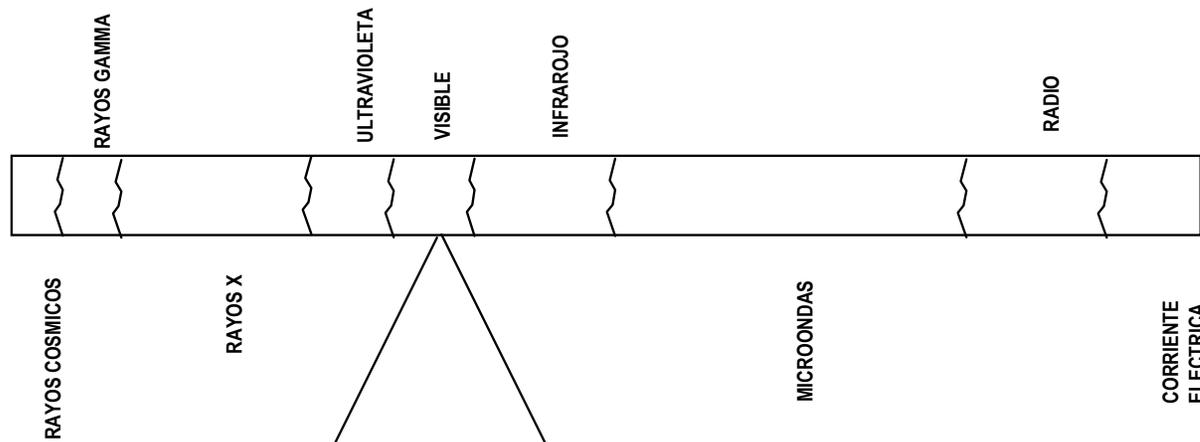
Obsérvese que  $E \propto \nu$        $E \propto 1/\lambda$

**ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO:** La radiación electromagnética es caracterizada por su longitud de onda y su energía. De acuerdo a la ecuación de Planck, existe una relación inversa entre energía y longitud de onda de la radiación electromagnética. Mientras mayor es la energía de los fotones, menor es su longitud de onda.

Otra propiedad de la radiación electromagnética es su frecuencia. Mientras mayor sea la frecuencia de la radiación, menor es su longitud de onda y por consiguiente mayor es la energía de los fotones.

De esta manera tenemos diferentes formas de radiación electromagnética, todas ellas con idénticas propiedades pero con diferentes energías o longitudes de onda

Para su mejor clasificación y para un estudio mas detallado de los fenómenos espectroscópicos se han separado arbitrariamente las diferentes formas de radiación electromagnética de acuerdo a su energía o longitud de onda y frecuencia. Al grafico resultante al separar los diferentes tipos de radiación se le llama espectro electromagnético.



COLORES O BANDAS DEL VISIBLE

→  
longitud de onda

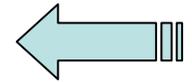
←  
Energía  
Frecuencia

# ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

**LONGITUD  
DE ONDA**

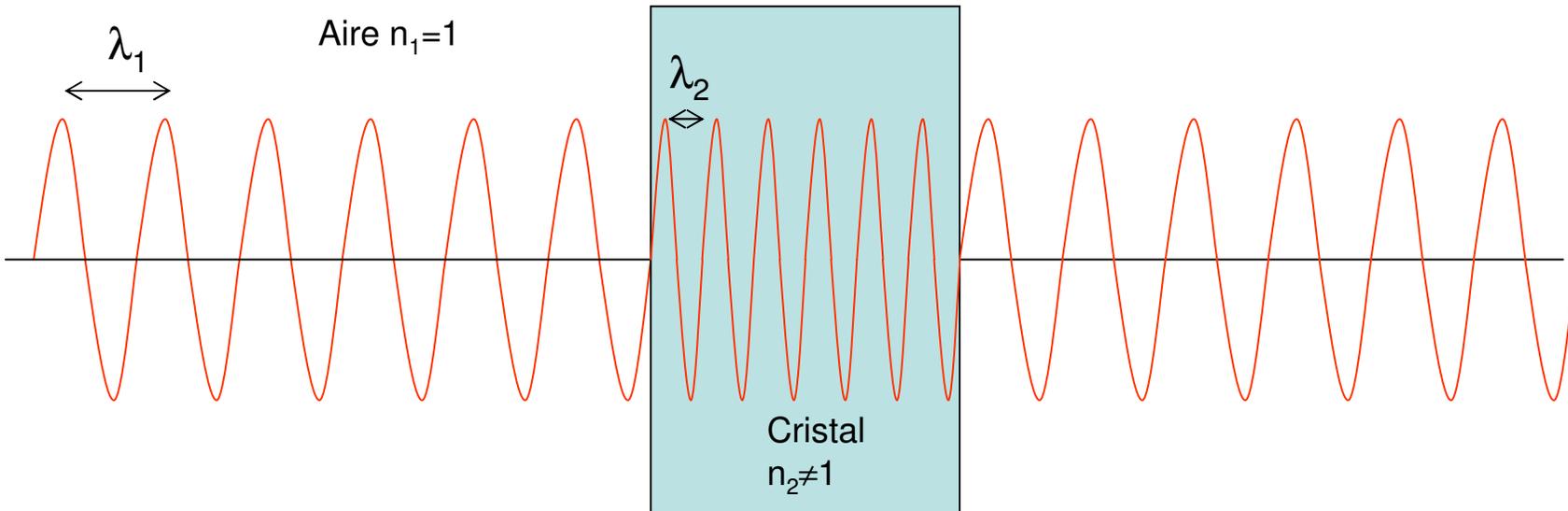


**ENERGÍA  
FRECUENCIA**



REGIÓN VISIBLE DEL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Cuando un haz de radiación pasa de un medio a otro de diferente índice de refracción, cambia su velocidad y su longitud de onda, pero la frecuencia y la energía es la ,misma

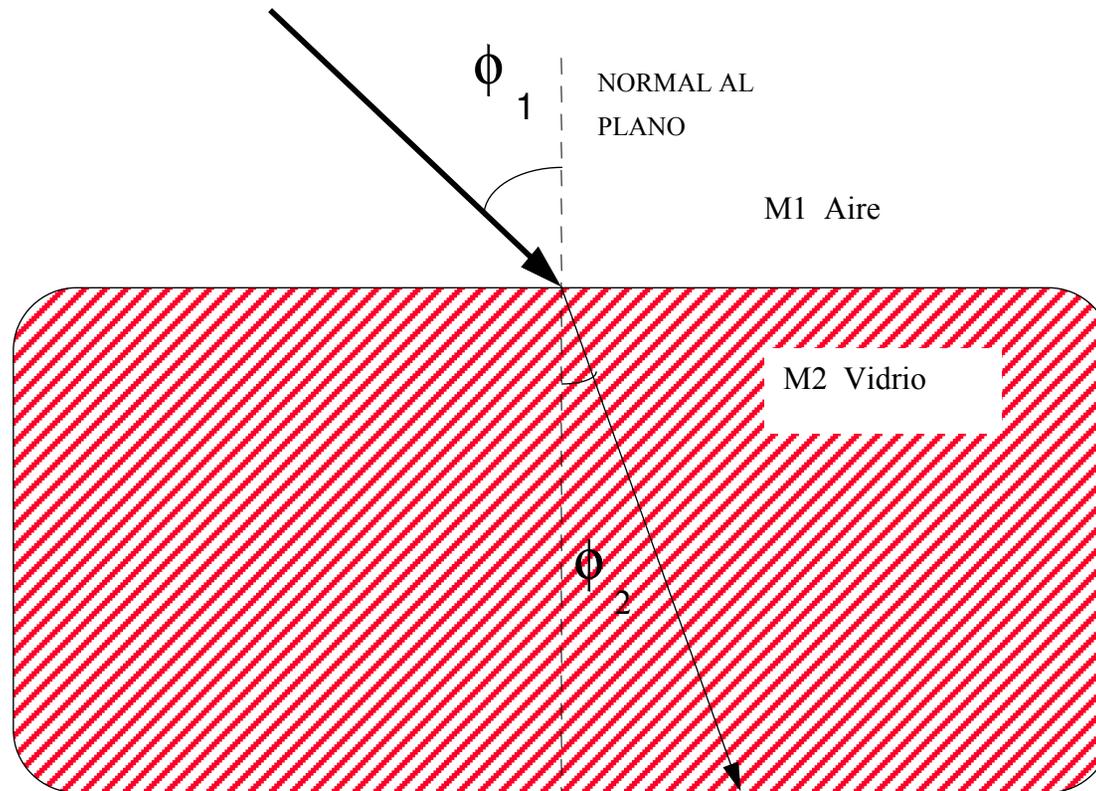


$$E_1 = E_2$$

$$v_1 = v_2$$

$$\lambda_1 > \lambda_2$$

$$v_1 > v_2$$



Cuando un haz monocromático incide en un cristal de diferente índice de refracción al aire dónde se desplaza originalmente el haz de radiación, la velocidad del haz disminuye y ocurre la refracción que es la desviación del haz con respecto a la normal y un cambio entre el ángulo de incidencia y el ángulo de refracción.

Considerando las propiedades de la radiación y la geometría de la figura en la diapositiva anterior, se obtiene la siguiente ecuación que es conocida como la Ley de Snell.

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\text{sen } \phi_1}{\text{sen } \phi_2}$$

Donde:

$\phi_1$  =Angulo de incidencia del haz policromático

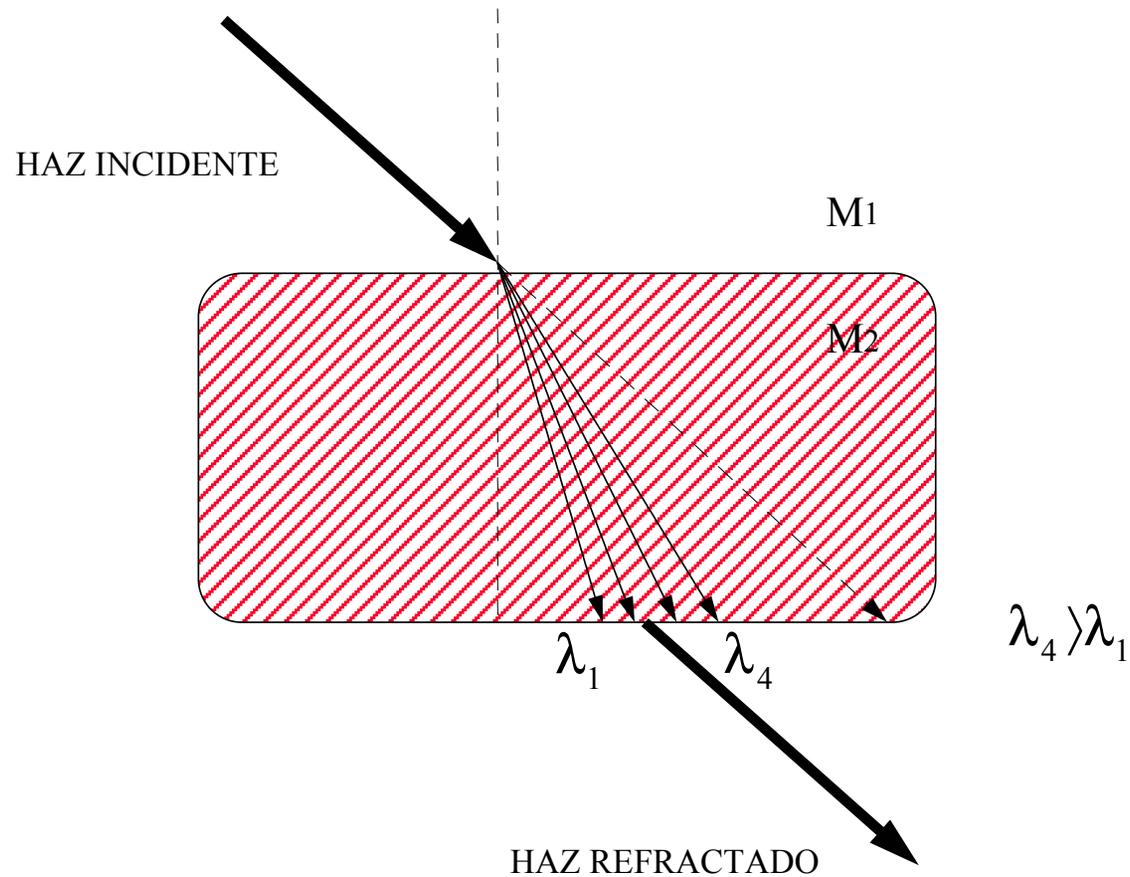
$\phi_2$  =Angulo de refracción del haz de longitud de onda  $\lambda_1$

$n_1$  =Índice de refracción del haz de longitud de onda  $\lambda_1$  en la substancia  $M_1$  (aire o vacío)

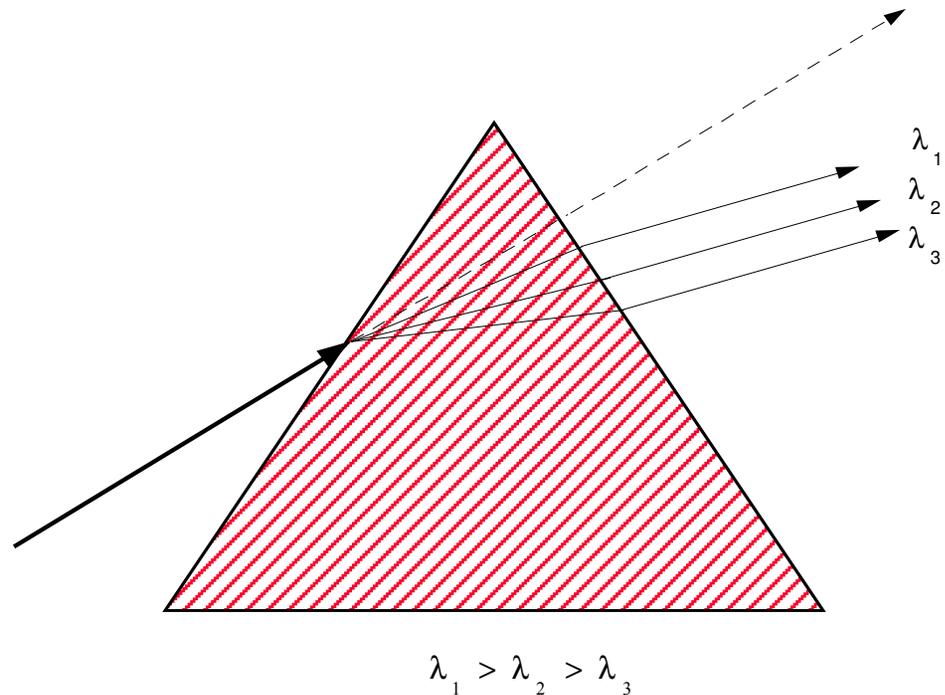
$n_2$  =Índice de refracción del haz de longitud de onda  $\lambda_1$  en el material  $M_2$

Si el medio  $M_1$  es aire  $n_1=1$ , para  $\lambda_1$  la ecuacion anterior se reduce a:

$$n_2 = \frac{\text{sen } \phi_1}{\text{sen } \phi_2}$$



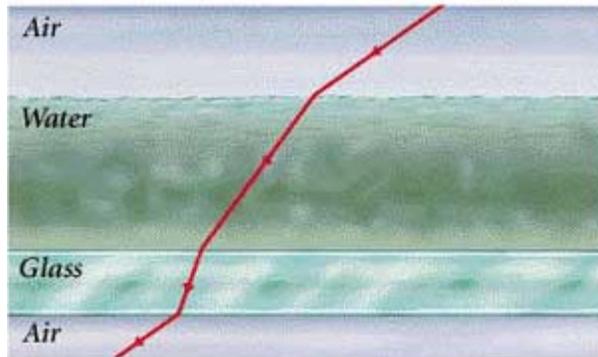
Cuando un haz policromático incide en un cristal de diferente índice de refracción al aire dónde se desplaza originalmente el haz de radiación, los diferentes componentes del haz de radiación se desvían en proporción a su longitud de onda.  
A menor longitud de onda, mayor retraso en la velocidad de desplazamiento y mayor ángulo de desviación



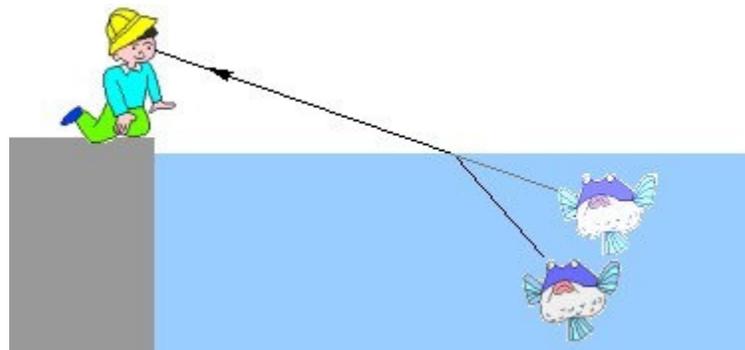
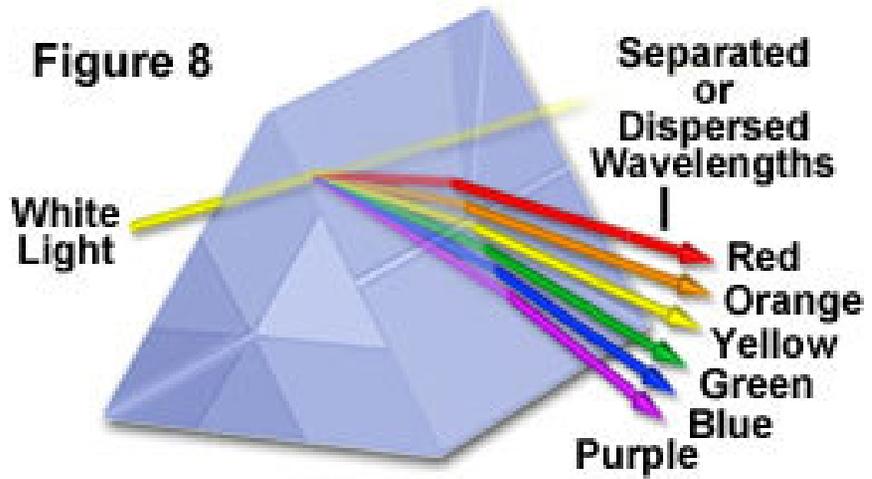
El resultado neto en el paso del haz de radiación en el cristal, es el cambio o desplazamiento en su dirección original pero no hay separación de los componentes individuales ya que éstos se vuelven a juntar al pasar nuevamente del cristal al aire.

En un prisma si ocurre la separación de los diferentes componentes del haz monocromático y en un cristal con la geometría de un prisma, los componentes que menos se retrasan salen primero del cristal y los componentes que mas se retrasan toman el camino mas largo y por lo tanto hay una separación o resolución del haz de radiación.

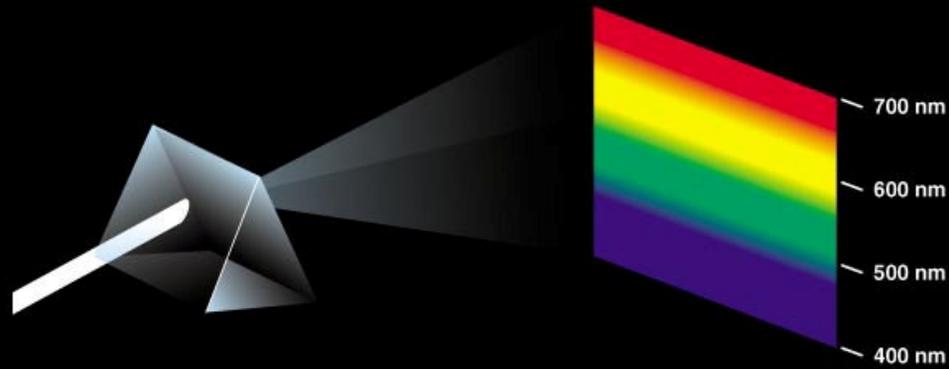
**LA REFRACCIÓN CAUSA UN DESPLAZAMIENTO DEL HAZ LUMINOSO RESPECTO A SU TRAYECTORIA ORIGINAL. EN UN PRISMA OCURRE LA SEPARACIÓN DE LAS BANDAS DEL HAZ POLICROMÁTICO.**



### Equilateral Dispersing Prism

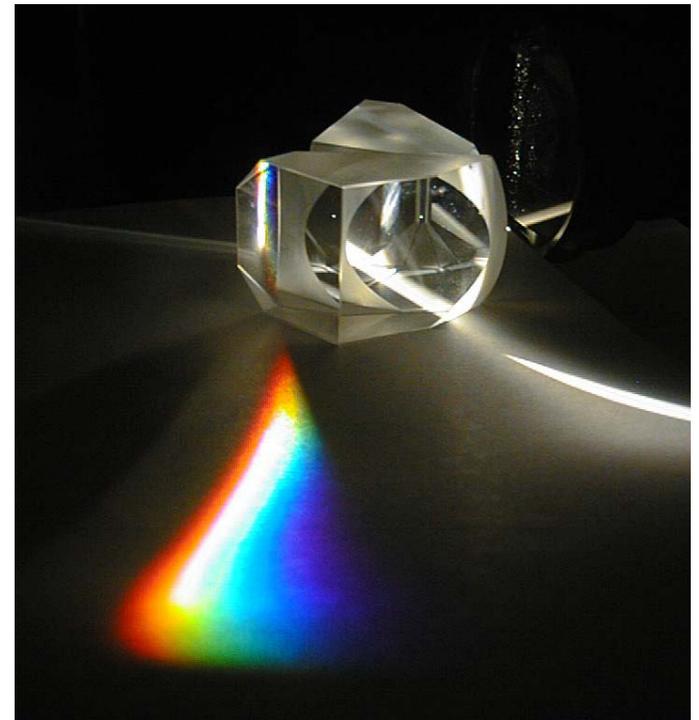
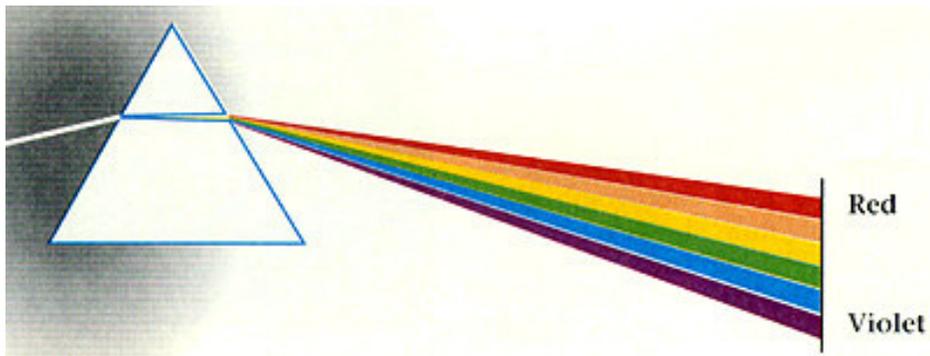


Fraknoi/Morrison/Wolff, Voyages Through the Universe, 2/e  
Figure 4.7 The Action of a Prism

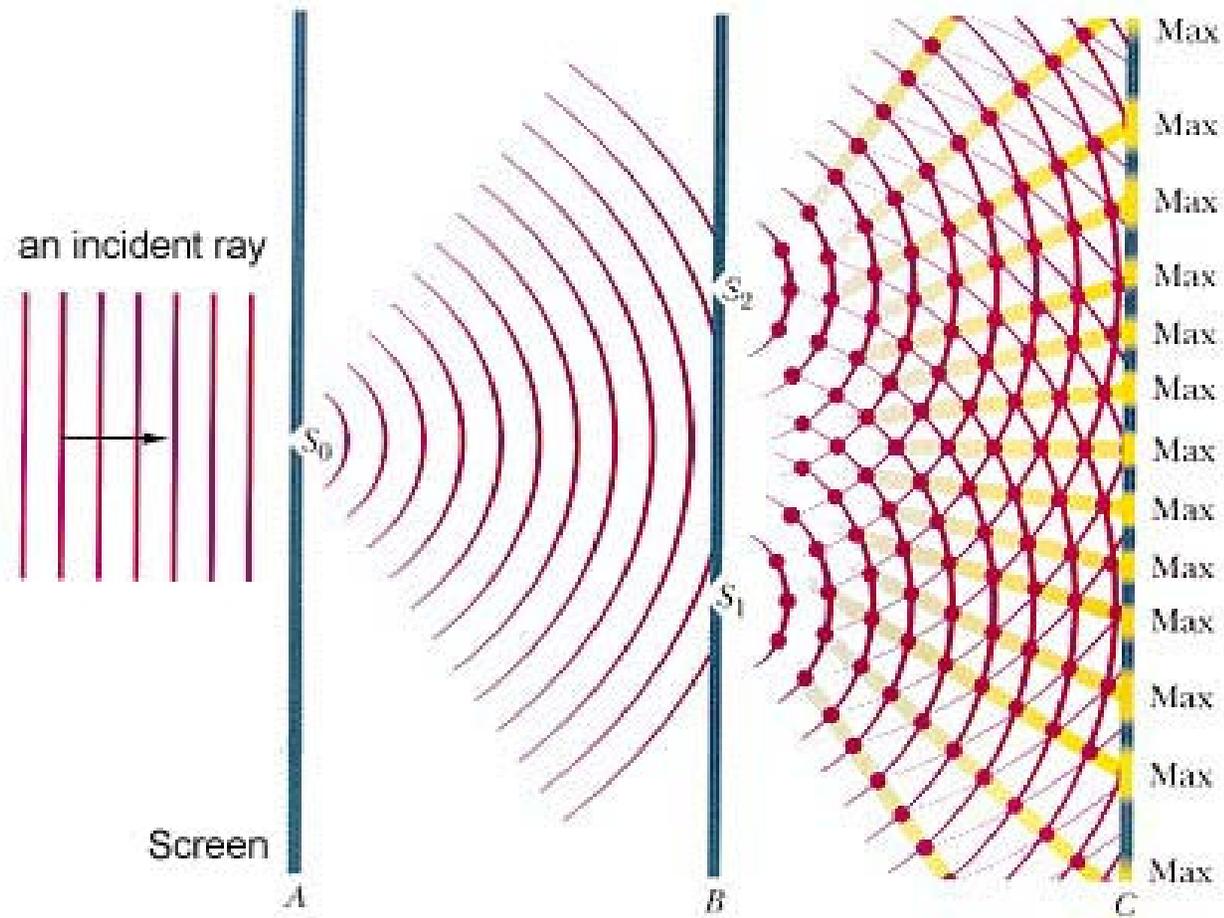


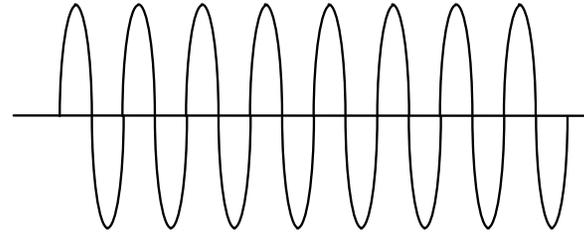
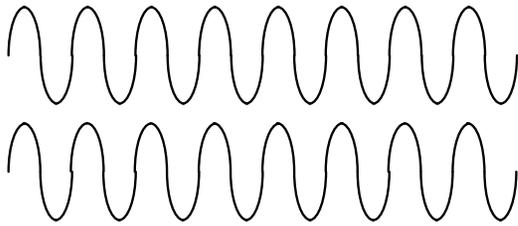
Harcourt, Inc. items and derived items copyright ©2000 by Harcourt, Inc.

## **RESOLUCIÓN DEL HAZ POLICROMÁTICO (LUZ BLANCA) POR LA REFRACCIÓN EN UN PRISMA**

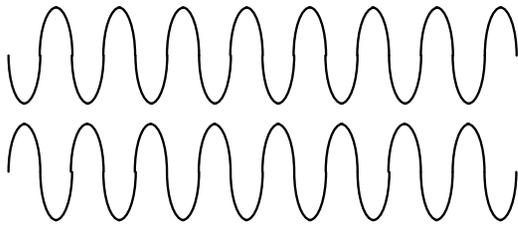


**DIFRACCIÓN DE LA LUZ:** CUANDO UN HAZ DE RADIACIÓN SE HACE INCIDIR SOBRE UNA PEQUEÑA ABERTURA, OCURRE INTERFERENCIA CONSTRUCTIVA E INTERFERENCIA DESTRUCTIVA DE LAS ONDAS DE RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA.



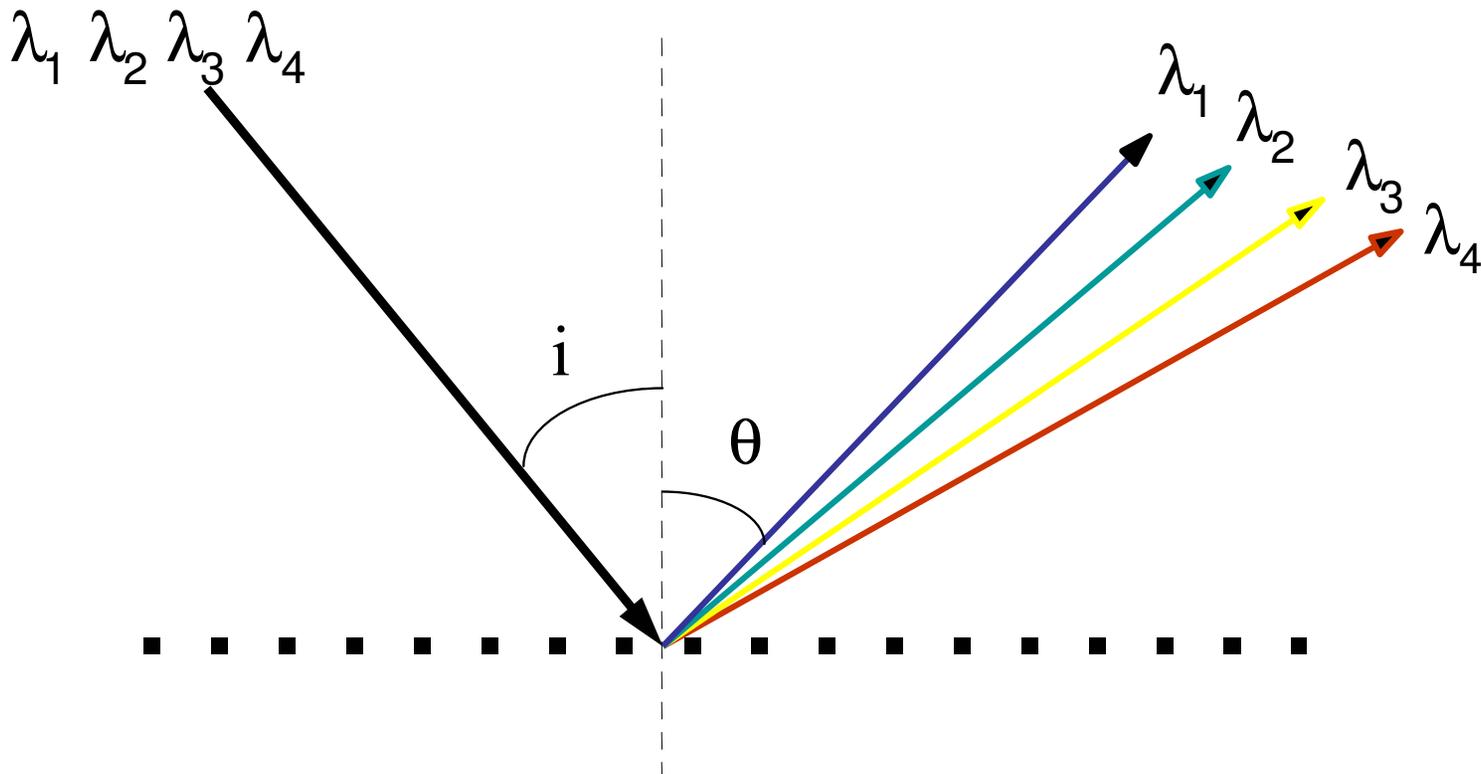


INTERFERENCIA  
CONSTRUCTIVA

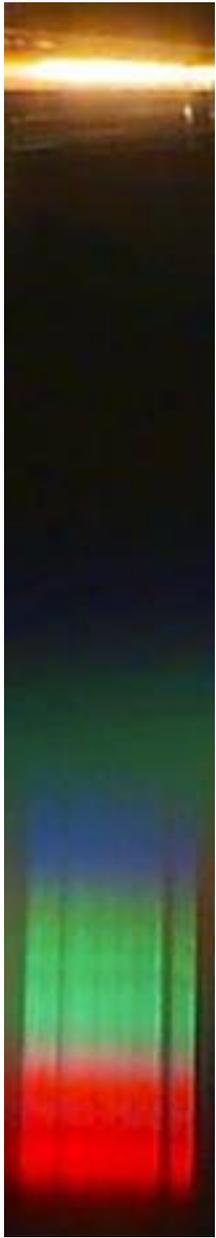


INTERFERENCIA  
DESTRUCTIVA

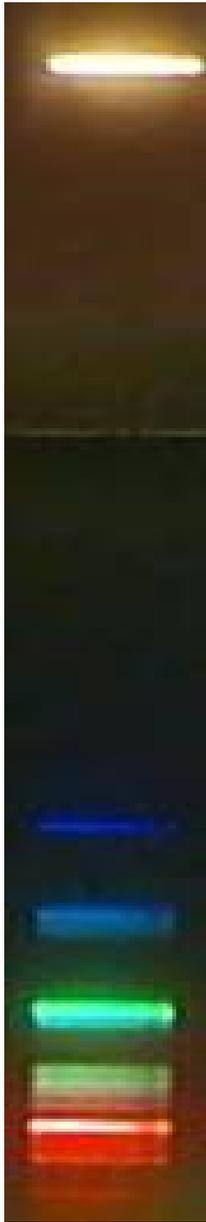
**SI LAS ONDAS ESTÁN EN FASE OCURRE INTERFERENCIA CONSTRUCTIVA. SI ESTÁN COMPLETAMENTE DEFASADAS OCURRE LA INTERFERENCIA DESTRUCTIVA.**



**EN UNA REJILLA TAMBIÉN PUEDE OCURRIR LA INTERFERENCIA CONSTRUCTIVA Y DESTRUCTIVA Y OCURRE LA DISPERSIÓN DEL HAZ POLICROMÁTICO**



(a)



(b)

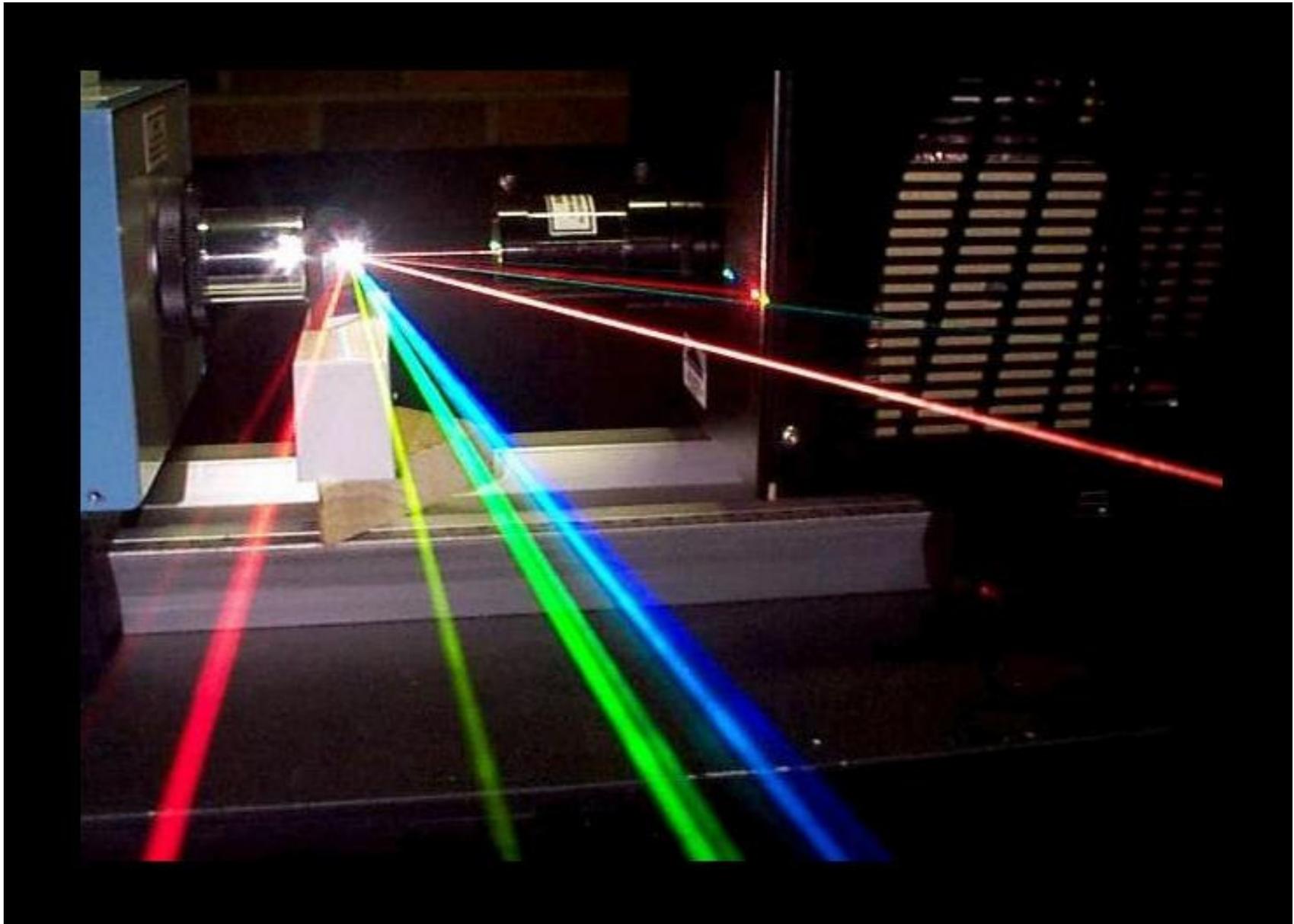


(c)



(d)

DIFRACCIÓN DE UN HAZ  
POLICROMÁTICO DE  
(a) LÁMPARA DE  
TUNGSTENO  
(b) LÁMPARA  
FLUORESCENTE DE  
BAJA PRESIÓN  
(c) LÁMPARA  
FLUORESCENTE DE  
ALTA PRESIÓN  
(d) ESPECTRO VISIBLE



DIFRACCIÓN EN UN LÁSER



DIFRACCIÓN EN UN CD