

Clase 14

Teoría de la luz

Cátedra: Diego Arbó

ETAPA MITOLÓGICA

“... cuando Rha abre los ojos, se hace la luz; cuando los cierra, se cierne la oscuridad.”

Papiro de Turín (1300 A.C.)

Mirada de los dioses. Contraposición: tinieblas, oscuridad

VER \equiv ILUMINAR
Óptica



Zoroastro
(628-551 A.C.)

- Homero: Arco Iris es la manifestación de la diosa Iris
- Zoroastro: Primera religión monoteísta. Única divinidad Ahura-Mazda es el dios de la luz.

ETAPA ANTIGUA



Euclides
(365-275 A.C.)

Extramisión (Empédocles, Platón, Euclides):
Emanaciones que salen de los ojos y entran en
contacto con los objetos.

Intromisión (Leucipo, Demócrito): Efluvios
emitidos por los objetos e inciden en los ojos.



Leucipo
(500-400 A.C.)

Gran debate que termina con Alhacen (965-1039):
Ojos son receptores

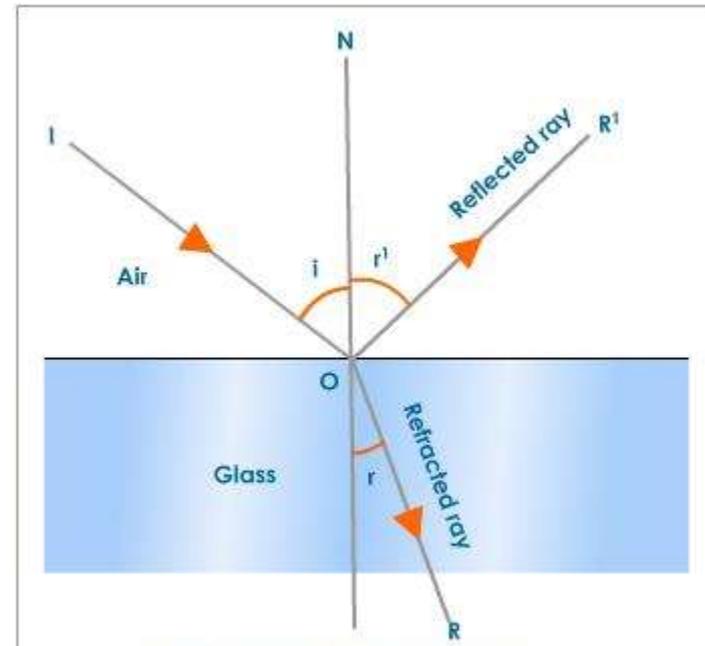


Demócrito y Platón: Teoría corpuscular
Aristóteles: Medio transparente

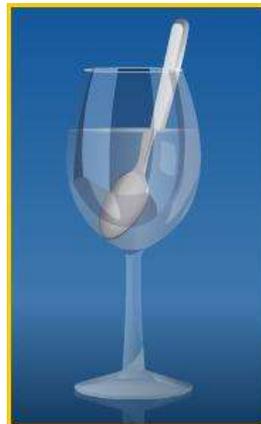
Reflexión y refracción: Euclídes, Arquímedes, Herón, Ptolomeo



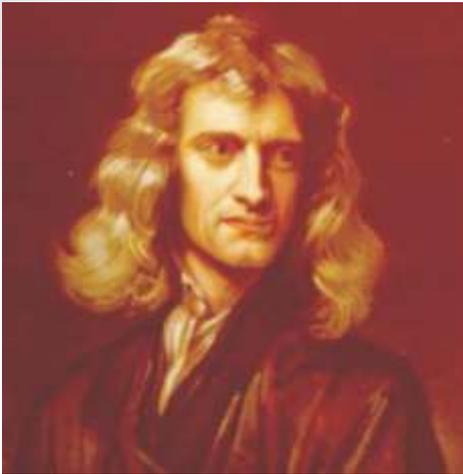
Reflexión: $i = r^1$



Refracción:



ETAPA MODERNA



Isaac Newton
(1642-1727)

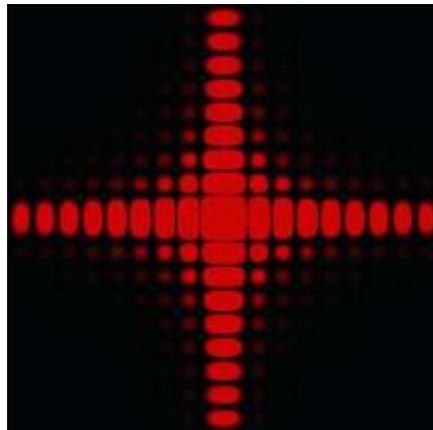
Newton: 1666 Descubrimientos fundamentales sobre la naturaleza de la luz. Refracción y dispersión. Teoría corpuscular. Rayo.

Dispersión



Grimaldi, Boyle y Hooke (mediados s. XVII): difracción

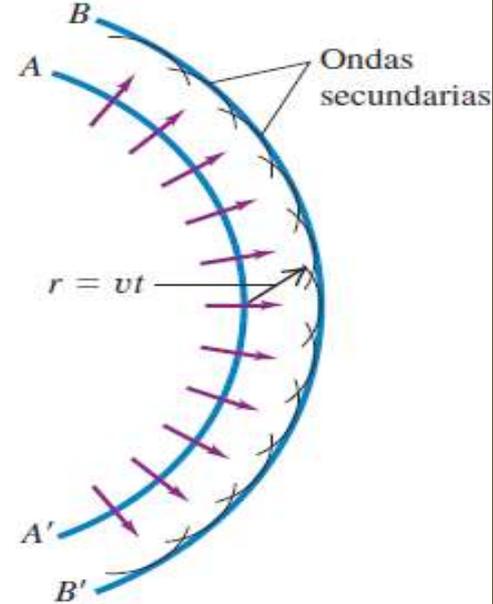
Difracción



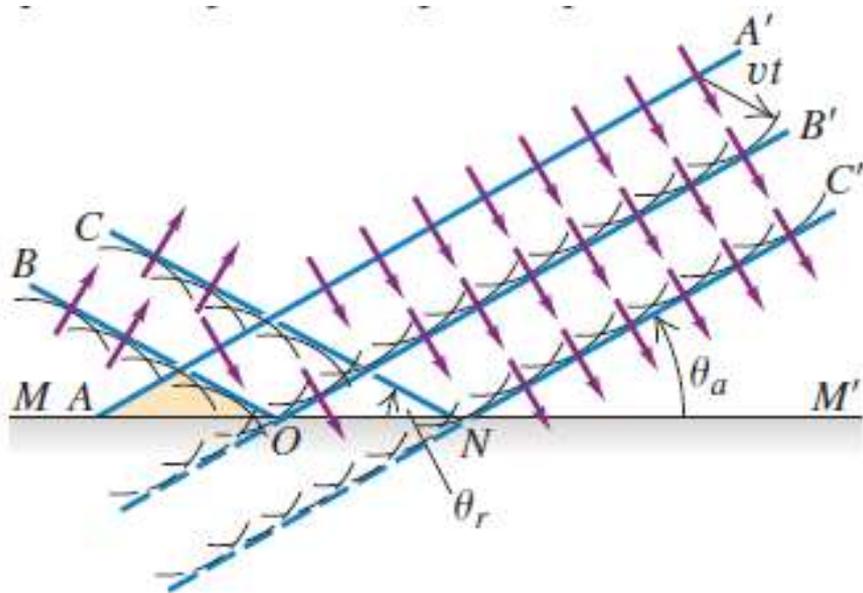
=> Huygens: Teoría
ondulatoria (éter)

Principio de Huygens (1678)

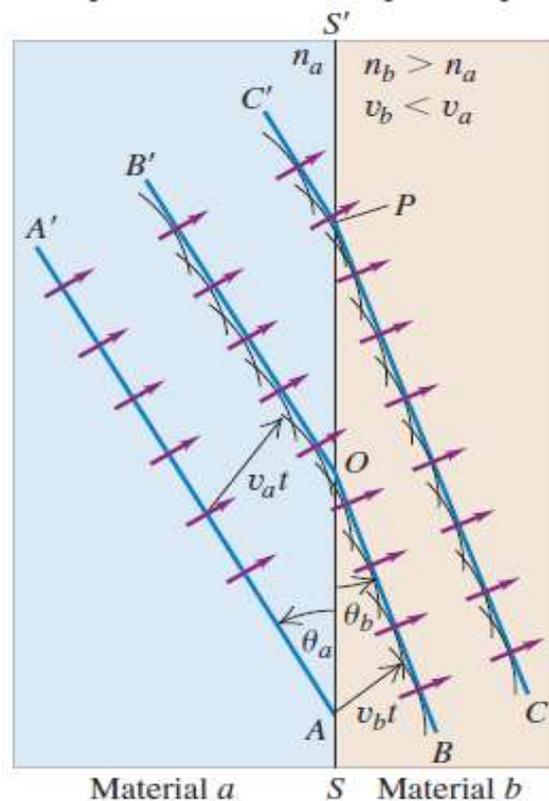
Todo punto de un frente de onda puede considerarse la fuente de ondas secundarias que se dispersan en todas direcciones con rapidez igual a la rapidez de la propagación de la onda original.



Reflexión



Refracción



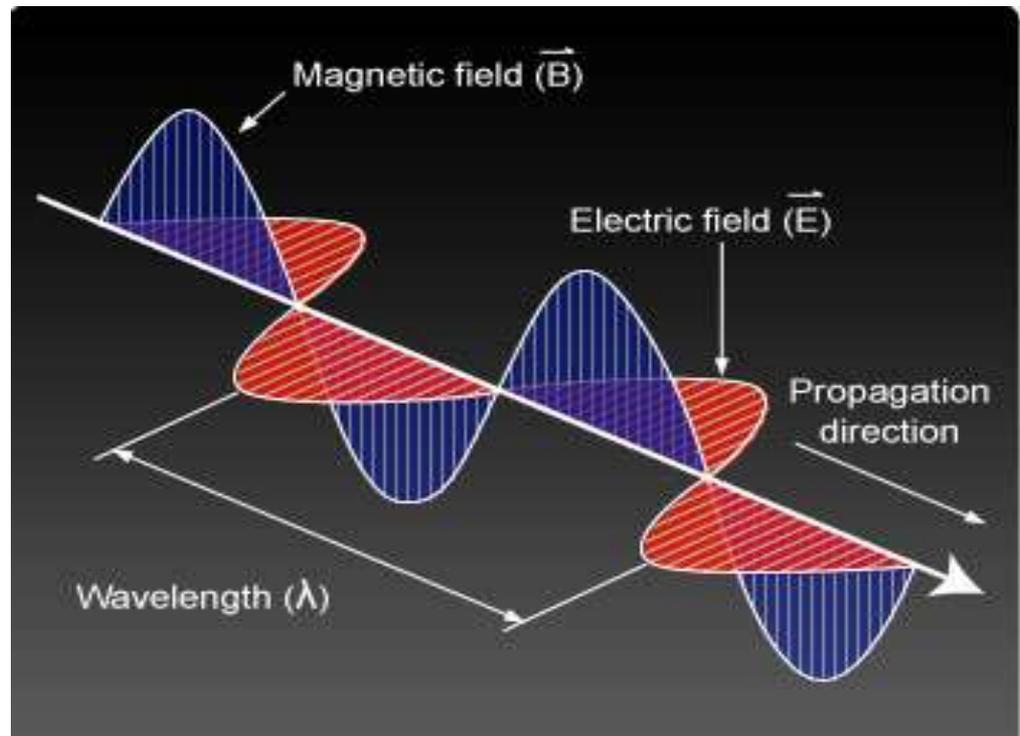
ELECTROMAGNETISMO

- 1831 Faraday: inducción electromagnética
- 1860 Teoría electromagnética:
“la luz en sí misma es una perturbación electromagnética en forma de ondas que se propaga a través del campo electromagnético según las leyes del electromagnetismo”



Maxwell (1831-1879)

Propagación de la luz a
velocidad c



Ondas electromagnéticas en la materia

¿La velocidad de la luz es la misma en cualquier medio? **NO**

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} = \frac{1}{\sqrt{KK_m}} \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}} = \frac{c}{\sqrt{KK_m}}$$

Cuando $K_m \approx 1$, $v = \frac{1}{\sqrt{K}} \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}} = \frac{c}{\sqrt{K}} = \frac{c}{n}$

índice de refracción $\frac{c}{v} = n = \sqrt{KK_m} \cong \sqrt{K}$

¿La frecuencia de la luz es la misma en cualquier medio?

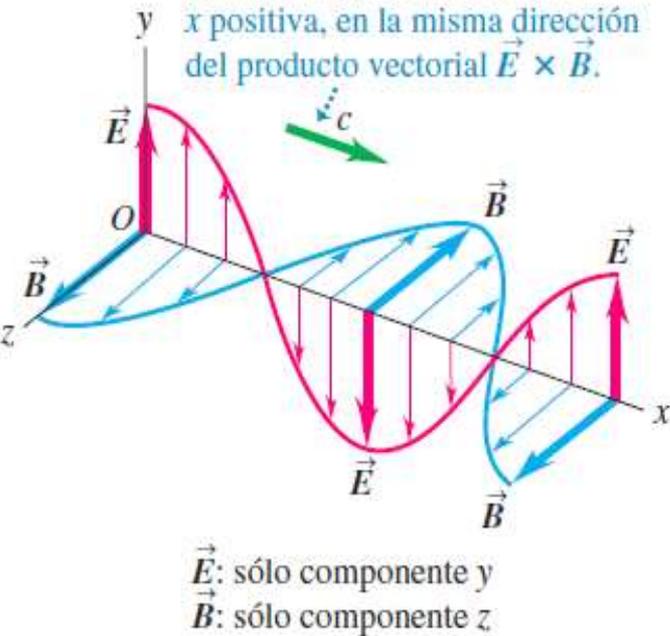
SÍ

¿La longitud de onda de la luz es la misma en cualquier medio?

NO

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{c}{nf} = \frac{f\lambda_0}{fn} = \frac{\lambda_0}{n}$$

La onda viaja en la dirección x positiva, en la misma dirección del producto vectorial $\vec{E} \times \vec{B}$.



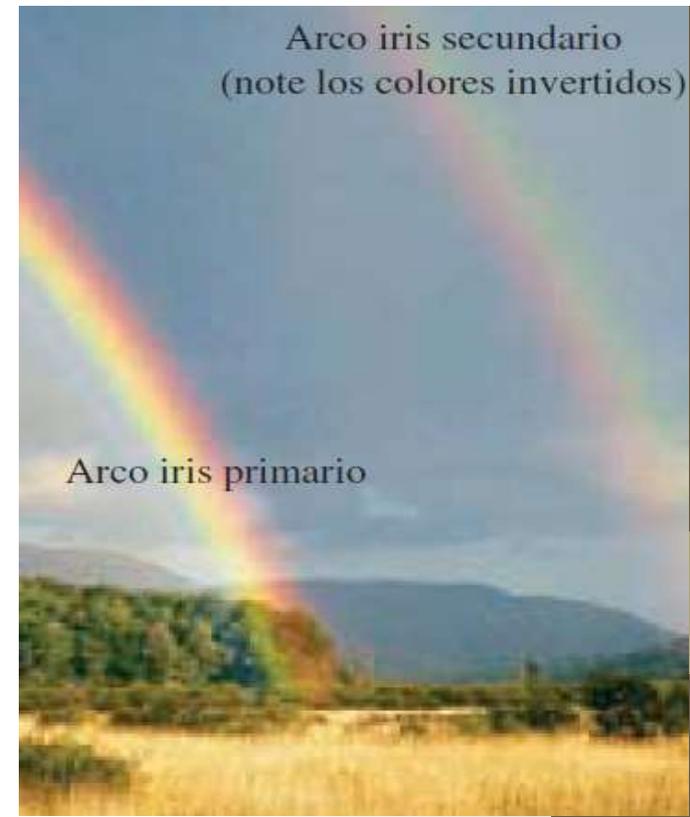
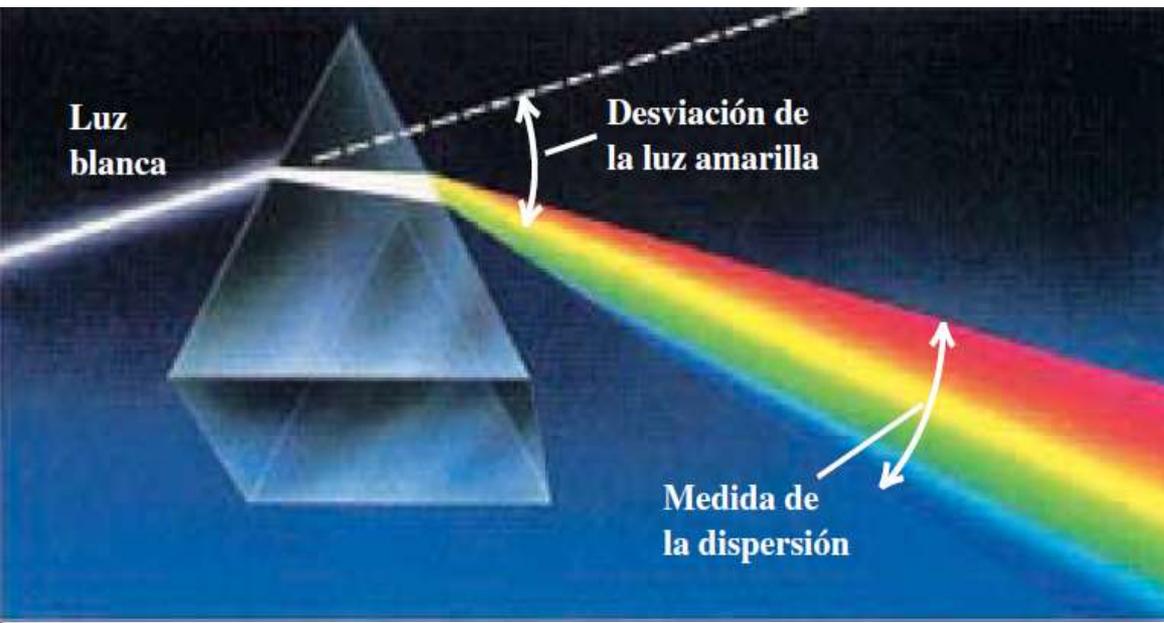
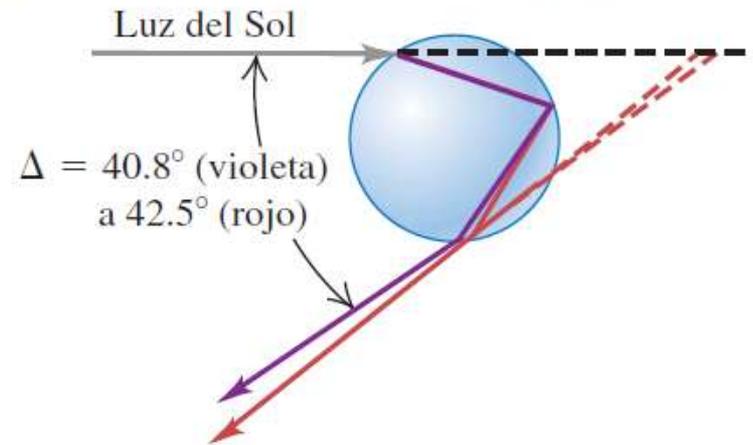
- n no tiene unidades.
- En el vacío $n = 1$
- En el aire $n \cong 1$
- En el agua $n \cong 1.333$
- En el vidrio $n \cong 1.5 - 2$

Dispersión

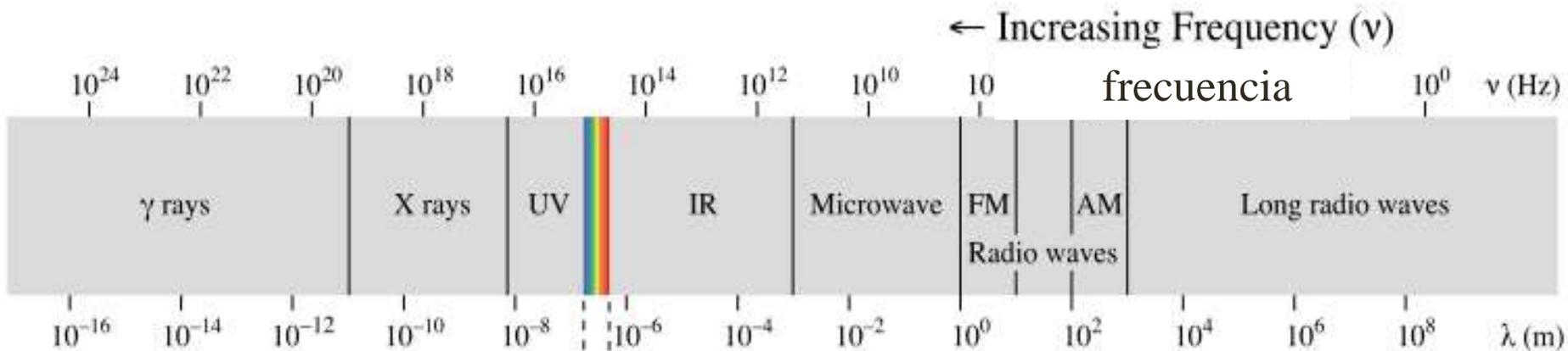
La luz blanca ordinaria es una superposición de ondas con longitudes que se extienden a través de todo el espectro visible.

La rapidez de la luz en una sustancia material es diferente para distintas longitudes de onda. En consecuencia, el índice de refracción de un material depende de la longitud de onda (**dispersión**).

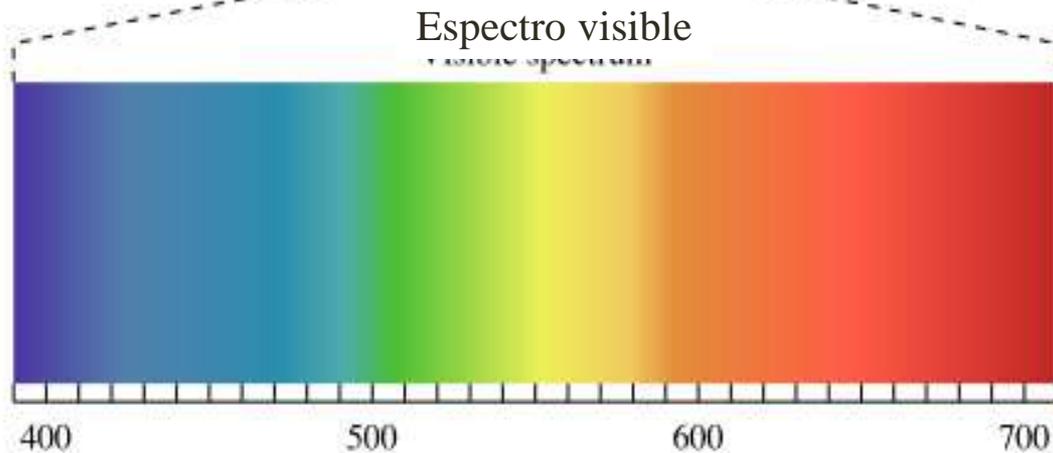
d) Un arco iris primario se forma por los rayos que experimentan dos refracciones y una reflexión interna. El ángulo Δ es mayor para la luz roja que para la violeta.



Espectro electromagnético



Longitud de onda (λ) →

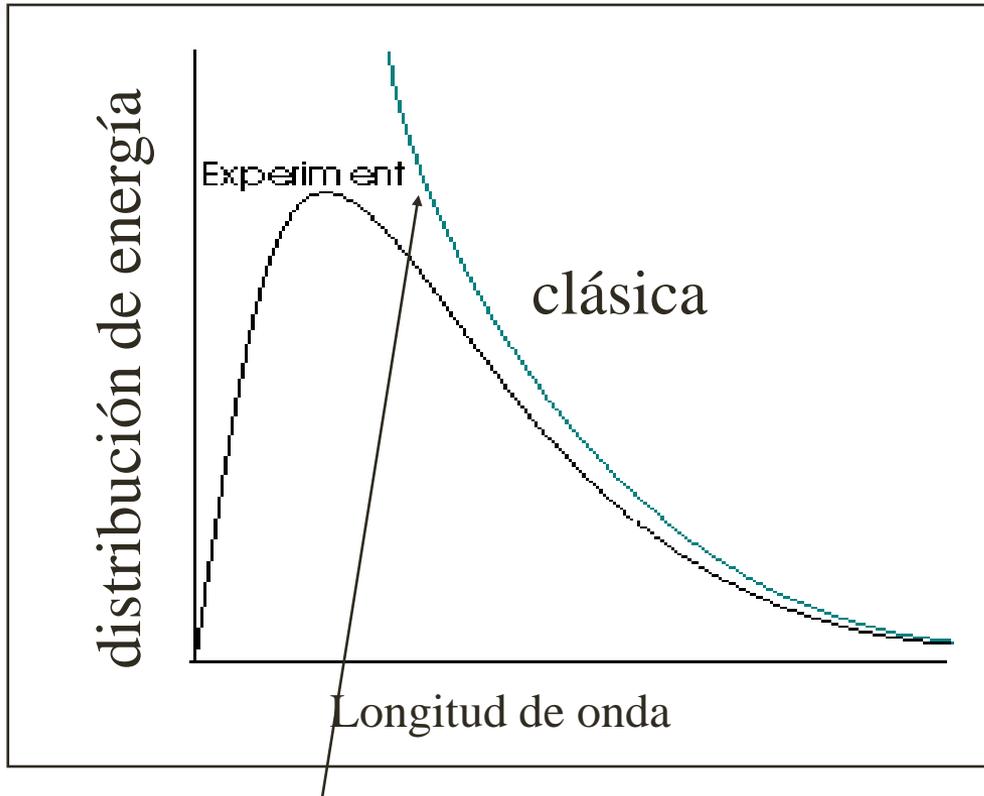


1 nm = 10^{-9} m = 0.000000001 m

$$c = 2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$$

FOTÓN

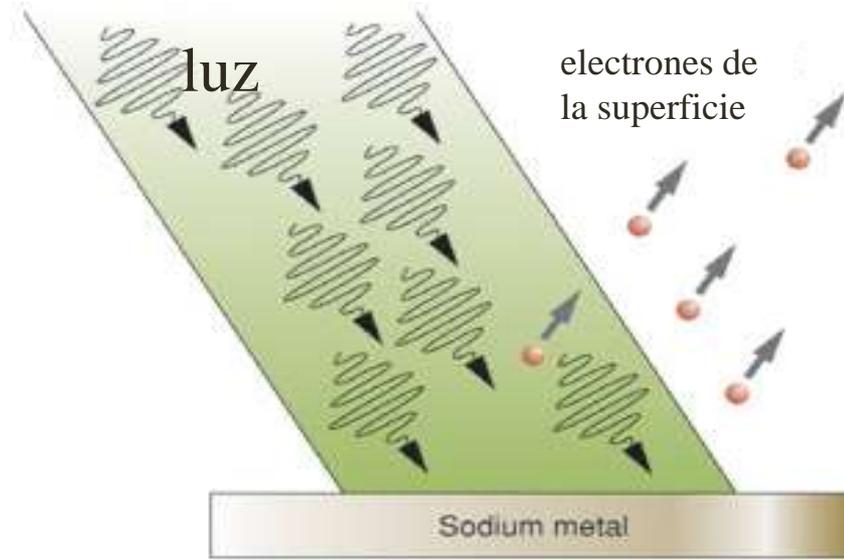
Radiación de cuerpo negro



Catástrofe ultravioleta

Planck: $E = hf$

Efecto fotoeléctrico (Einstein)

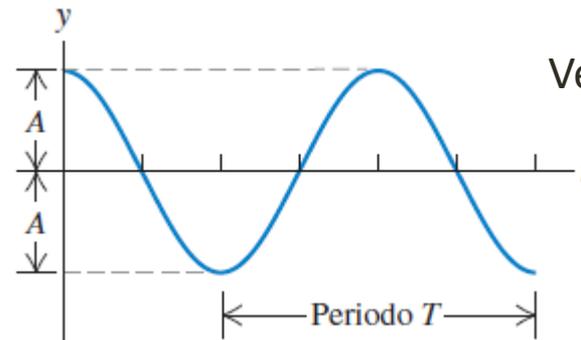
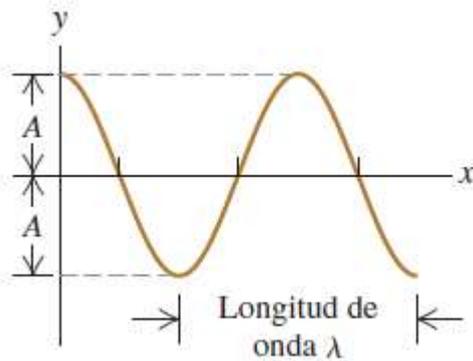


Planck (1858-1947), Einstein (1879-1955)

Estudio de la luz

- Óptica geométrica: concepto de rayo de luz
- Óptica física: naturaleza ondulatoria
- Óptica cuántica: dualidad onda-partícula

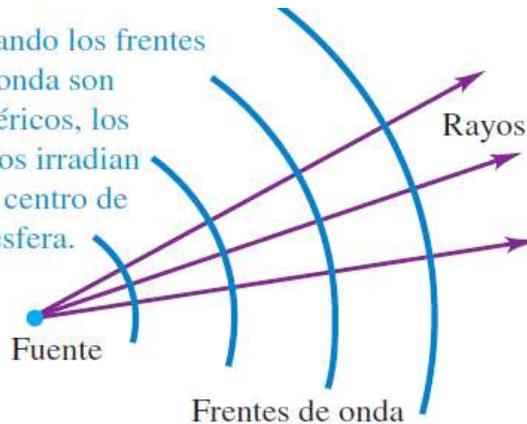
Onda:



Velocidad de onda

$$v = \lambda f$$

Cuando los frentes de onda son esféricos, los rayos irradian del centro de la esfera.



Cuando los frentes de onda son planos, los rayos son perpendiculares a los frentes de onda y paralelos entre sí.

