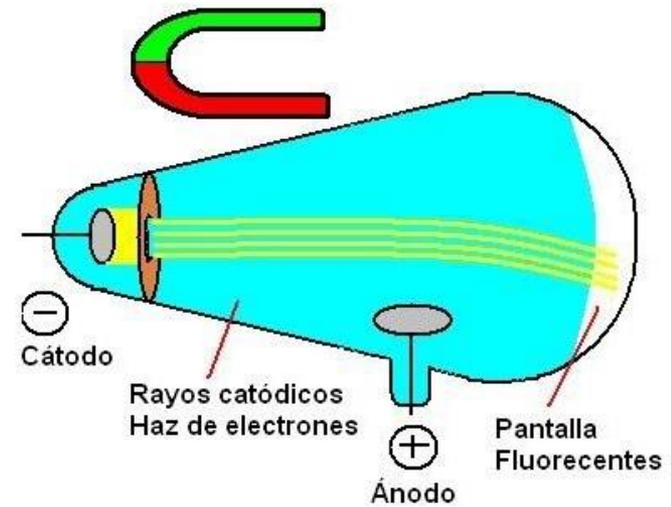
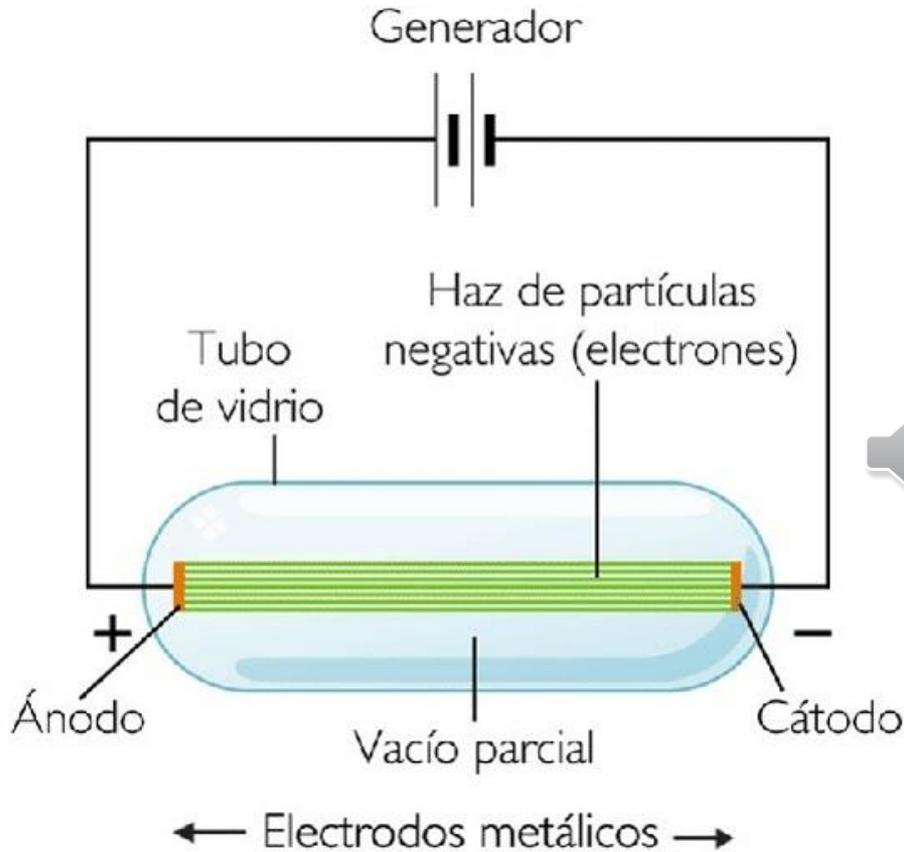
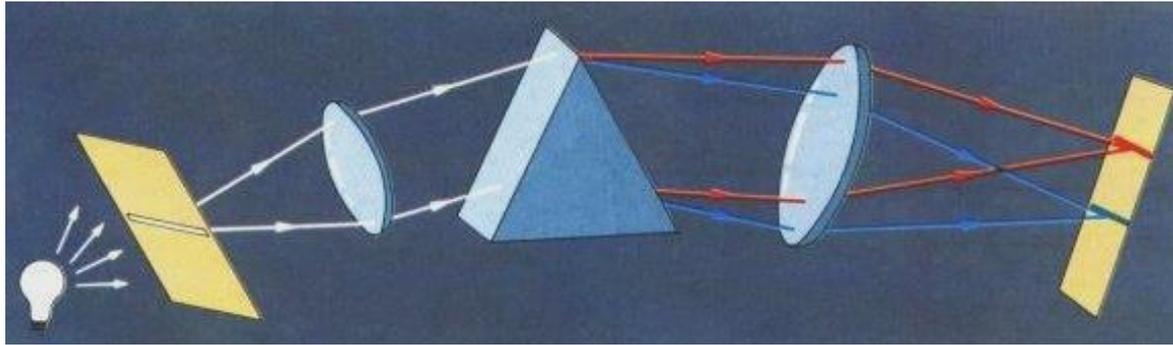


# Descubrimiento del electrón

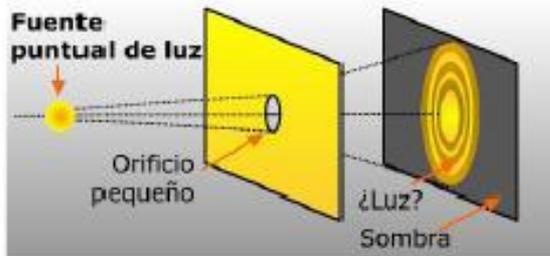
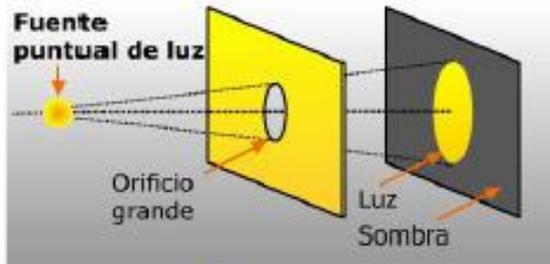


$$\frac{q}{m} = \frac{1.610^{-19}}{9.110^{-31}} = 1.7610^{11} C/kg$$

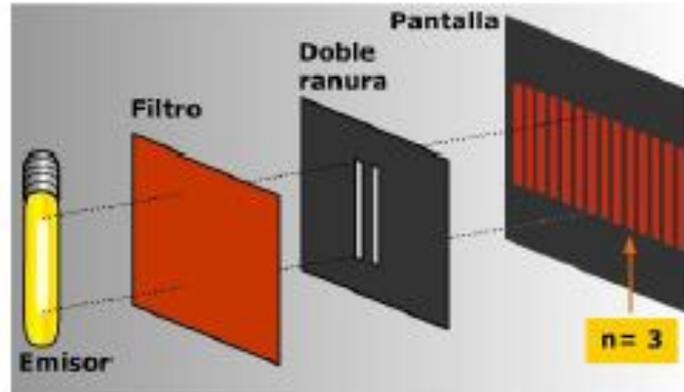


En el siglo XIX se mostró que la luz era descrita por ondas electromagnéticas

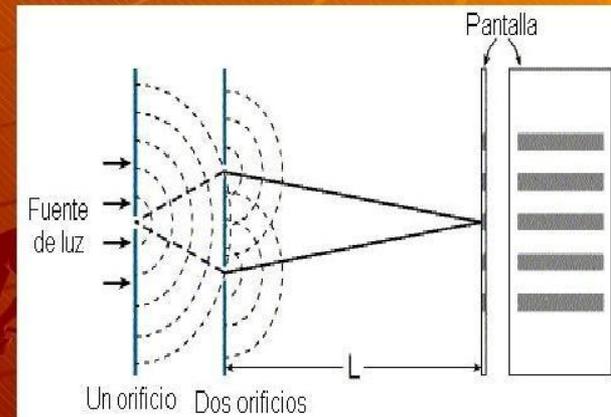
## DIFRACCIÓN



## INTERFERENCIA DE LA LUZ: EXPERIMENTO DE YOUNG



## Experimento de Young



# Características

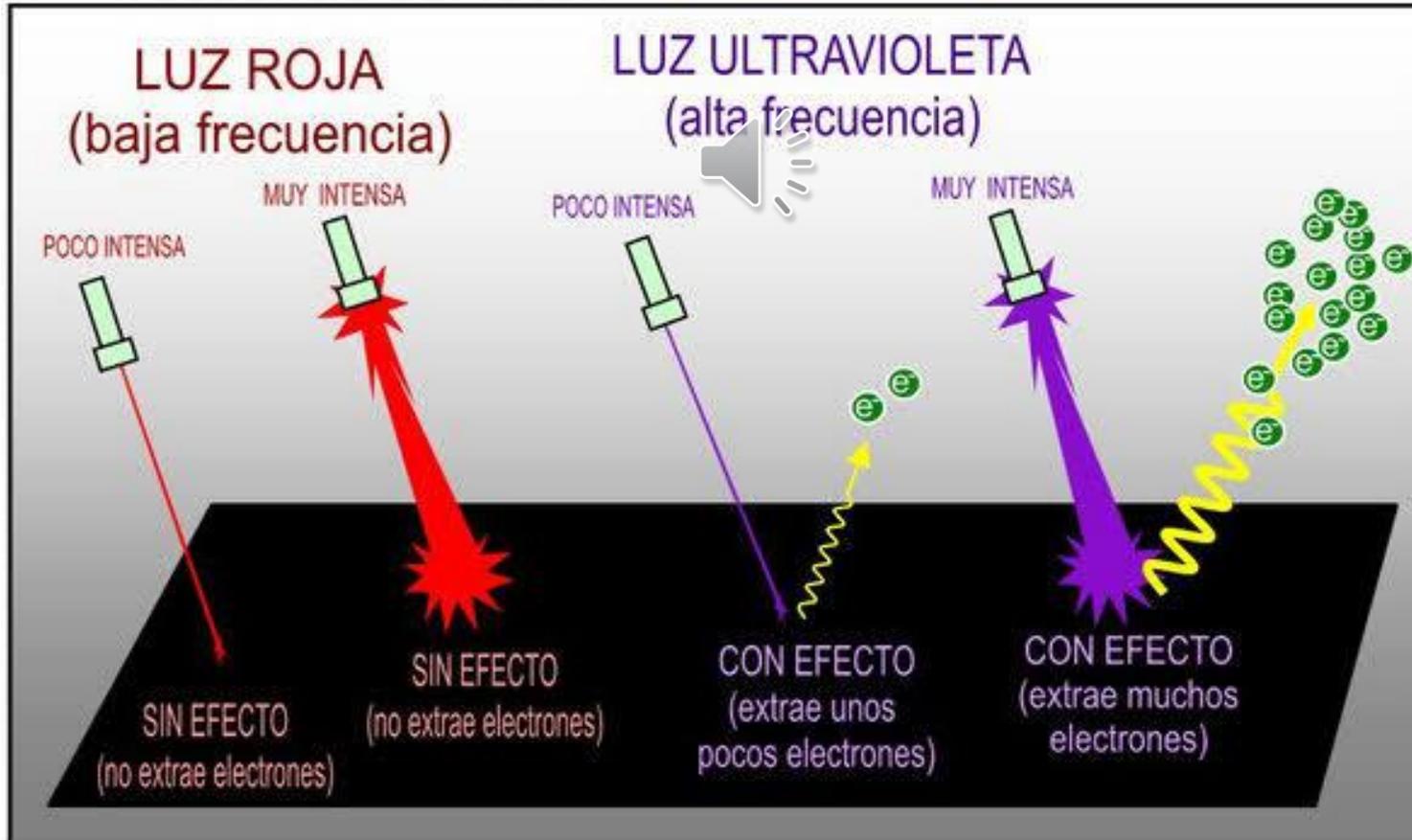
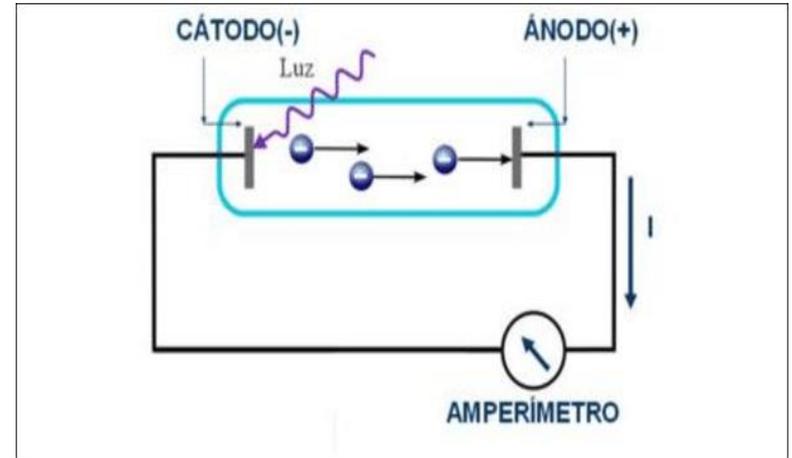
corpúsculares de la luz

Einstein pudo explicar el efecto  
fotoeléctrico

proponiendo  $E = h\nu$

$h$  = constante de Planck

$\nu$  = frecuencia del fotón



# Ondas materiales

- De acuerdo con la teoría de la relatividad
- $E = mc^2 = h\nu$
- Y momento lineal  $p = mc$
- Tendremos para los fotones:  $\lambda = h/p$
- De Broglie propuso en 1924 esta relación válida para todas las partículas materiales
- “Una partícula que viaja con momento lineal  $p$  tiene asociada una onda de longitud  $\lambda = h/p$  “

## Ejemplo: calcular longitudes de onda correspondientes a dos objetos de talla muy diferente

Considere una partícula de polvo de masa  $m \sim 10^{-15}$  kg y diámetro  $d \sim 1\mu$  que se mueve a velocidad  $v \sim 1\text{mm/s} = 10^{-3}$  m/s,

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}}{10^{-15} \text{ kg} \times 10^{-3} \text{ m/s}} = 6.6 \times 10^{-6} \text{ A}$$

Es una longitud de onda completamente despreciable en la escala de la partícula.

Pero si consideramos un neutrón que se mueve a una velocidad correspondiente a la energía térmica promedio:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m} = \frac{3}{2}kT$$

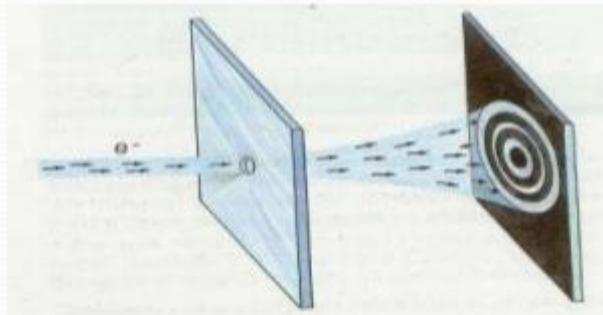
$k = \text{cte. de Boltzmann} = 1.38 \times 10^{-23}$  J/K, tendremos para  $T = 300$  K,

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{3mkT}} = 1.4 \text{ A}$$

# Una onda debe mostrar el fenómeno de difracción

## Difracción

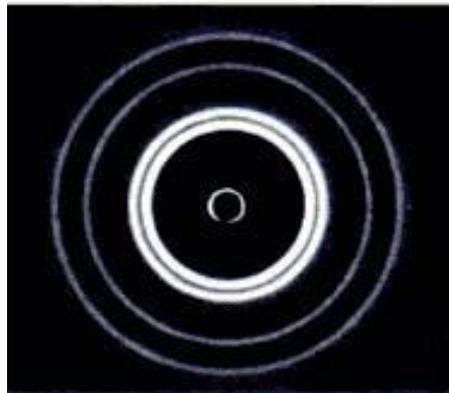
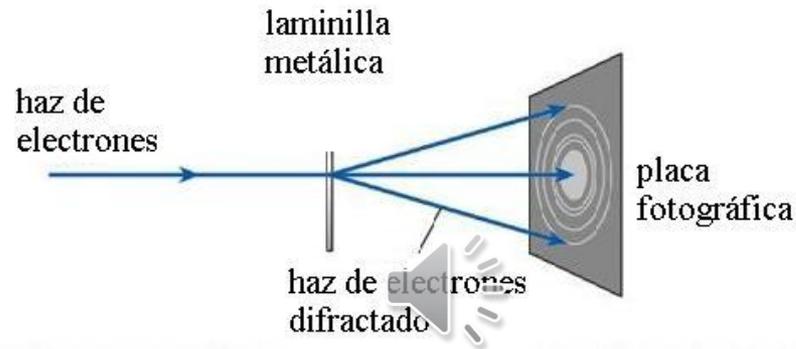
- Consiste en el curvado y esparcido de las ondas cuando encuentran un obstáculo o al atravesar una rendija.



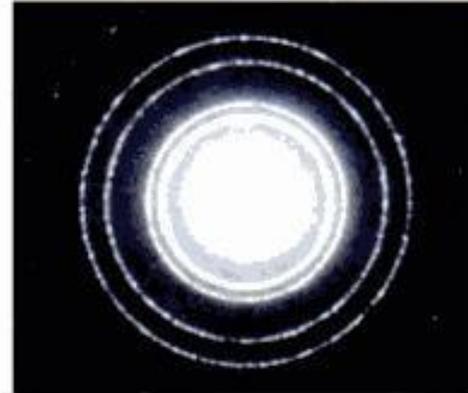
## Evidencia experimental

- Davisson y Germer en EU (1926) hicieron experimentos de difracción de electrones en Ni y G.P. Thomson (UK) en C y Au

Experimento de Thomson

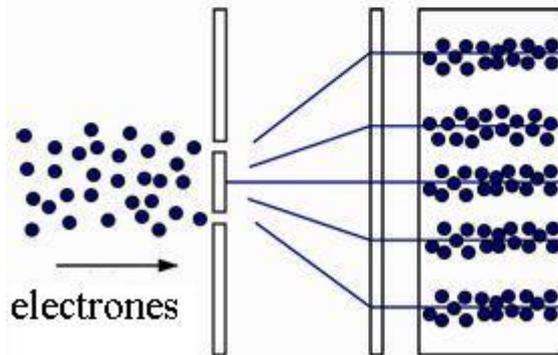
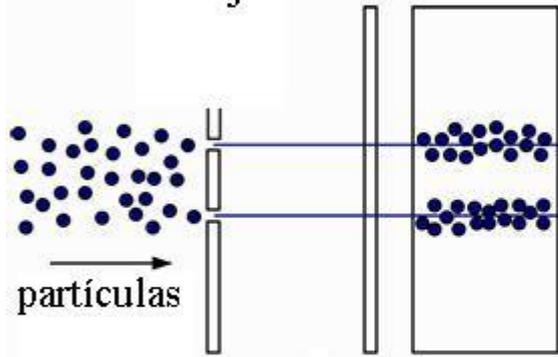
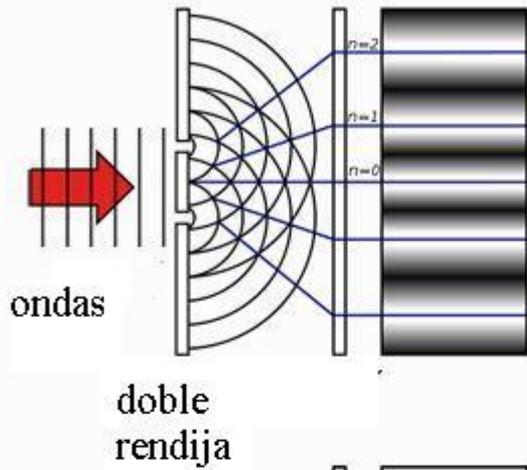


(a)



(b)

Espectros (a) de rayos-X y (b) de difracción electrónica del papel de aluminio.

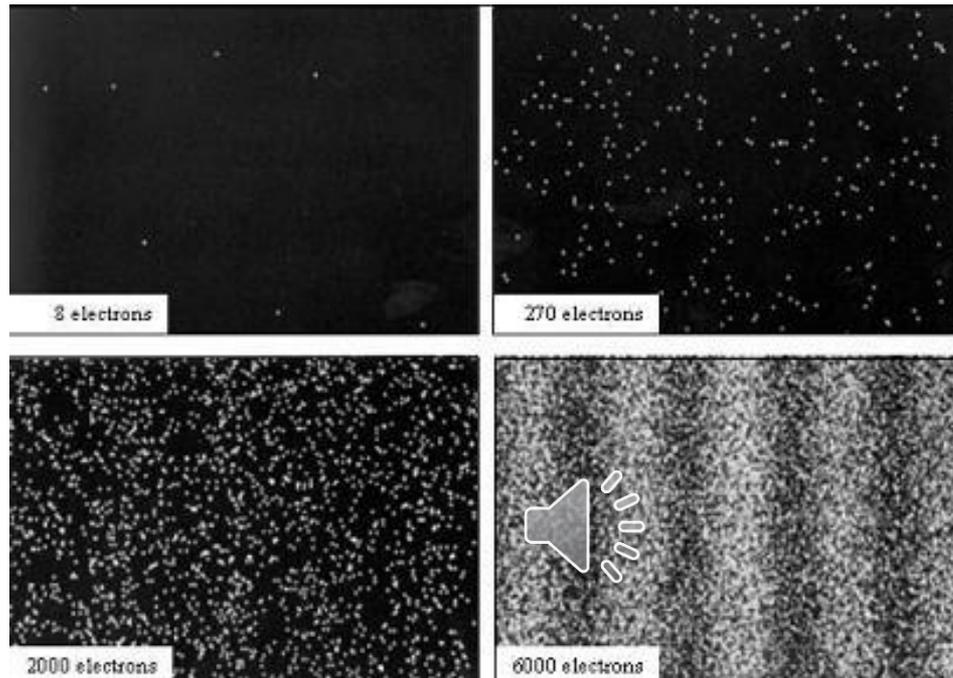


El experimento de doble rendija se puede ejemplificar con los esquemas siguientes:

- paso de ondas
- paso de partículas
- paso de electrones



# Experimentos modernos: paso de electrones individuales



Fenómenos de interferencia cuántica realizadas con moléculas grandes: Ftalocianinas, compuestas de más de 100 átomos