

Propiedades Ondulatorias de las Partículas



UTN FRC
Curso: 2R1

Rao V. -

Parfait M. -

Filsinger G. -

Perea I. -

Coronel A. -

Gatica M. -

Introducción a la Dualidad Onda-Partícula

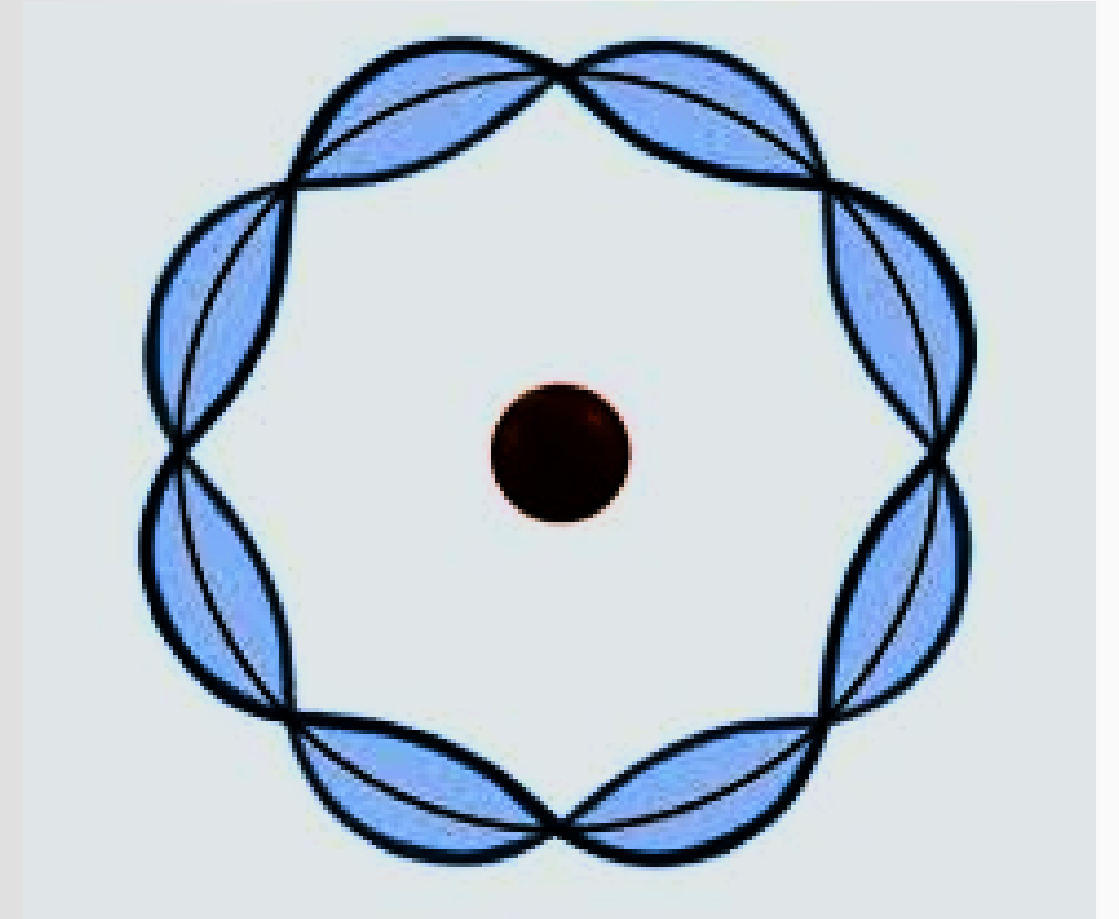


En 1904 se descubrieron las propiedades corpusculares de las ondas

Louis De Broglie, en 1924, sugirió que la materia tenía una dualidad de propiedades ondulatorias y corpusculares.

La teoría de Louis De Broglie fue aceptada en 1927

Ondas de De Broglie



Louis de Broglie propuso que toda partícula material como fotones tiene la siguiente longitud de onda asociada:

$$\lambda = h / p$$

La ecuación de ondas de De Broglie han sido demostradas con experimentos relacionados con la difracción de electrones rápidos en cristales

Velocidad de onda de De Broglie

Se esperaría que la velocidad de propagación sea igual a la que tiene el cuerpo en movimiento:

$$\omega = v\lambda$$



$$\omega = \frac{c^2}{v}$$

La velocidad de la onda ω es mayor a la velocidad de la luz y distinto a la velocidad de la partícula.

Velocidades de Fase y Grupo

Velocidad de Fase: velocidad a la que se propaga una onda de una sola frecuencia.

Velocidad de Grupo: superposición de ondas individuales.

Para calcular la velocidad de grupo, se debe considerar la combinación de las ondas con una amplitud común, pero con diferentes frecuencias angulares y constantes de propagación.

$$u = \frac{d\omega}{dk}$$

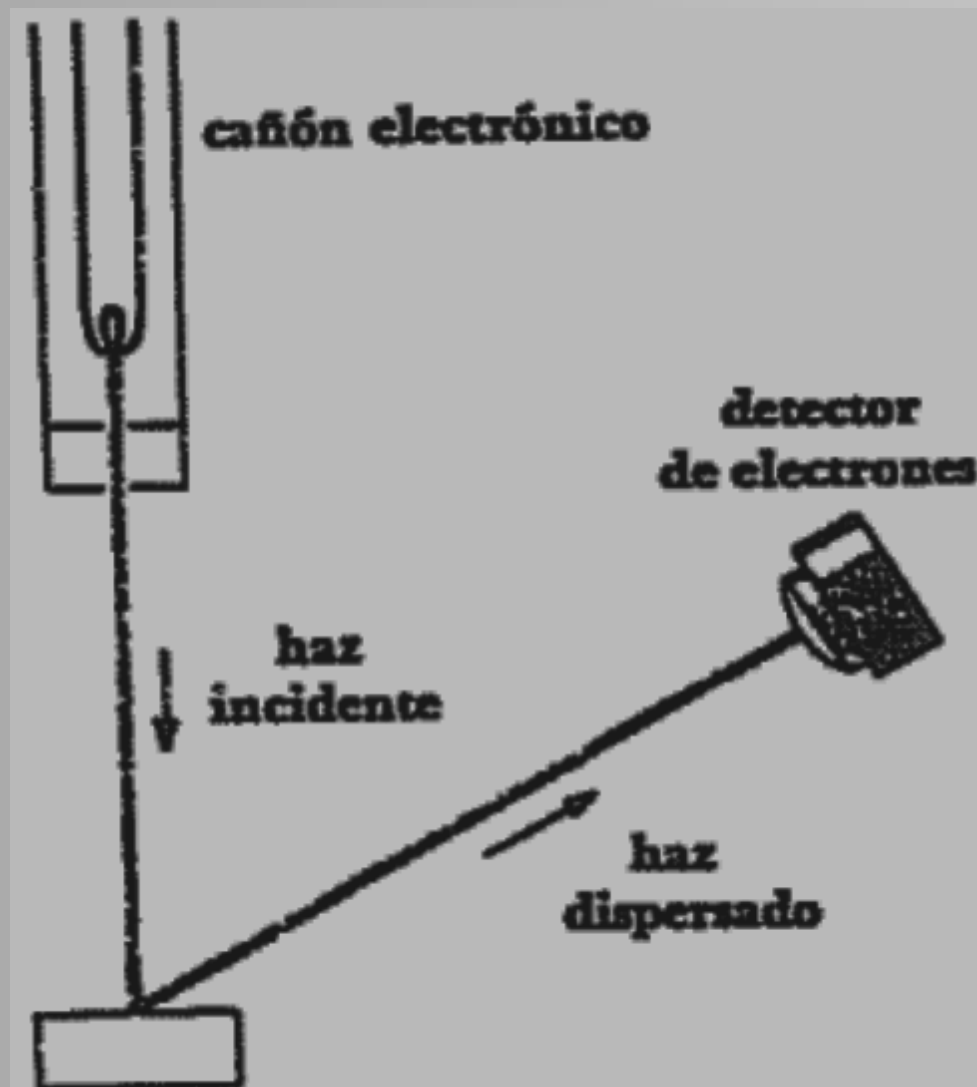
$$k = \frac{2\pi m_0 c^2}{h\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$$\omega = \frac{2\pi m_0 v}{h\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

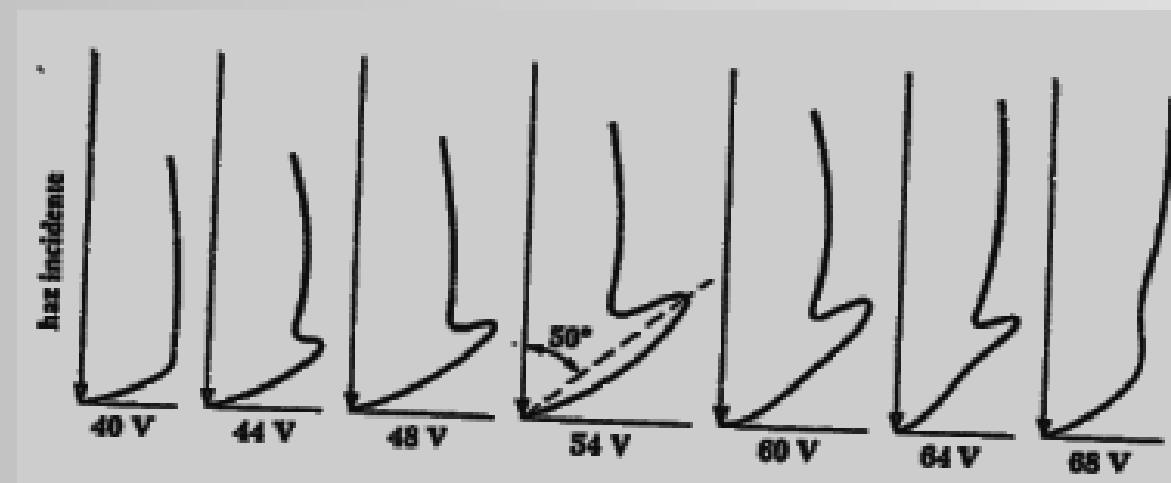
Por desarrollo se encuentra que $u=v$

DIFRACCION - EXP. DAVISSON & GERMER

En 1927, Davisson y Germer confirmaron experimentalmente la hipótesis de De Broglie



Se estudia la dispersión de electrones en sólidos



Tuvieron un accidente que dejó entrar aire en el aparato, resultando en la oxidación de la superficie del metal

El calentamiento del bloque producía un solo monocristal que difractaba las ondas de electrones

La ecuación de Bragg para los máximos en el modelo de difracción es: $n\lambda = 2d \sin \vartheta \longrightarrow n\lambda = 1,65\text{\AA}$

$$K = \frac{mv^2}{2} \longrightarrow mv = \sqrt{2mK}$$

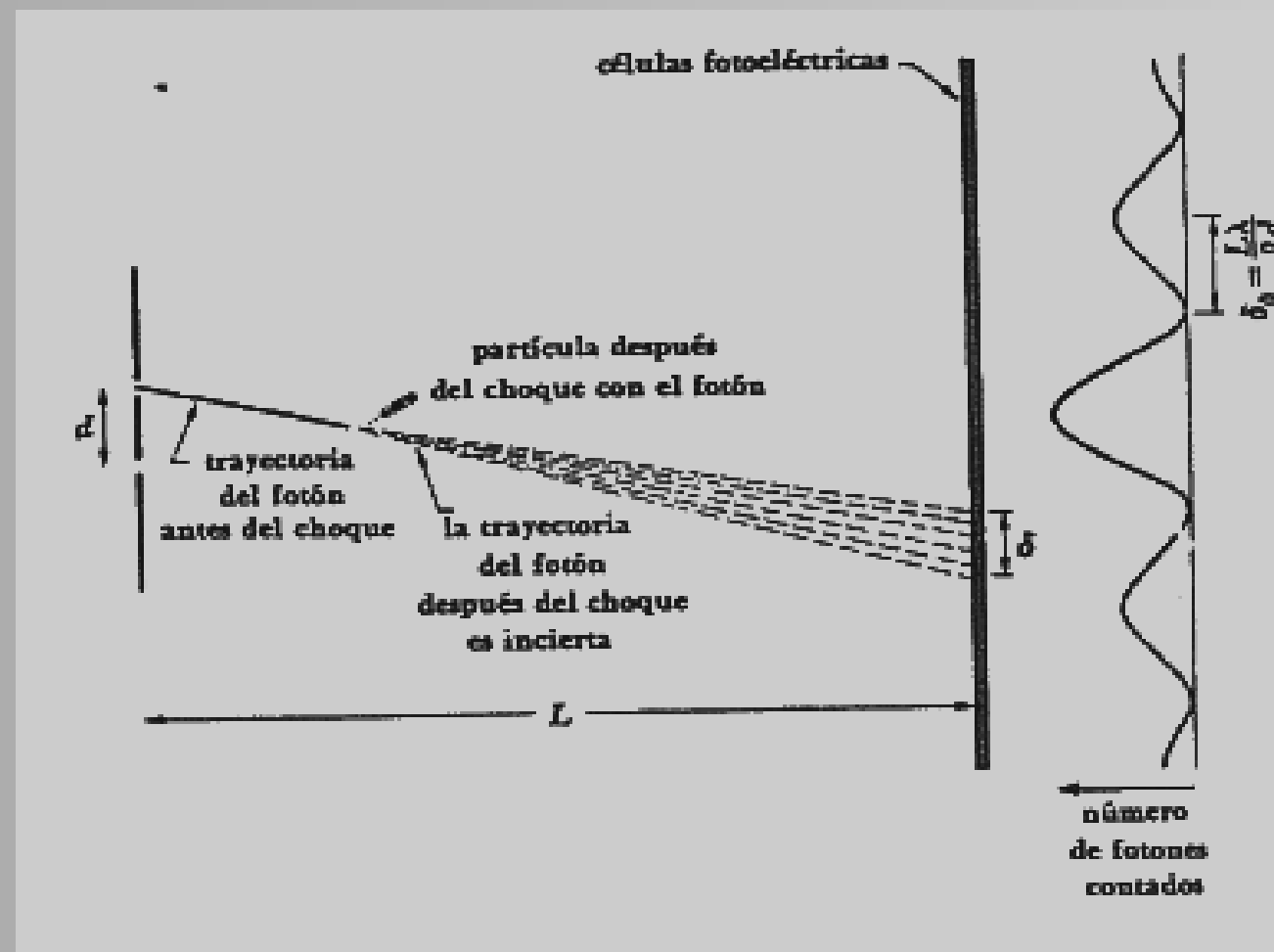
$$mv = 4,0 \times 10^{-24} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$\lambda = \frac{h}{mv} \longrightarrow \lambda = 1,66\text{\AA}$$

Concuerda con la longitud de onda observada

La energía de un electrón aumenta cuando penetra en un cristal, por lo que la velocidad del electrón es mayor en el interior del cristal, por lo que la longitud de onda de De Broglie es mas corta que fuera del cristal.

Dualidad Onda-Partícula y Experimento de la Doble Rendija



Experimento en el que la luz pasa por una doble rendija y se mide en una pantalla de células fotoeléctricas.

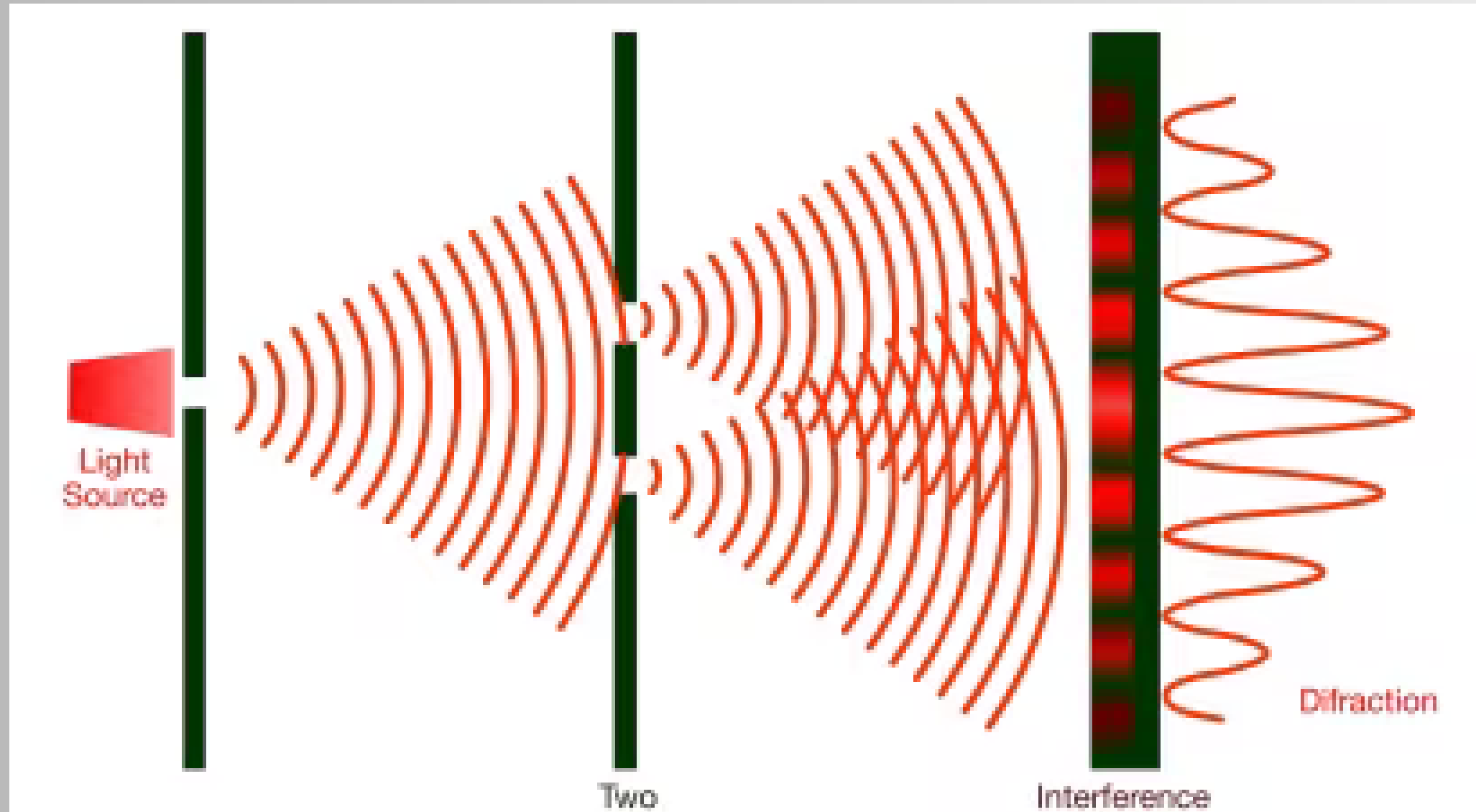
Se observa un patrón de interferencia cuando un fotón pasa por la rendija

Al intentar determinar la trayectoria con precisión, la posición del fotón en el eje "y" estará sujeta a una incertidumbre Δy .

El experimento ilustra que la naturaleza cuántica de la luz y otras partículas depende de como interactuamos con el sistema.

$$\Delta p_y \geq \frac{h}{\Delta y} > \frac{2h}{d}$$

$$\delta = \frac{\Delta p_y}{p_x} L$$



MICROSCOPIO ELECTRONICO DE TRANSMISIÓN

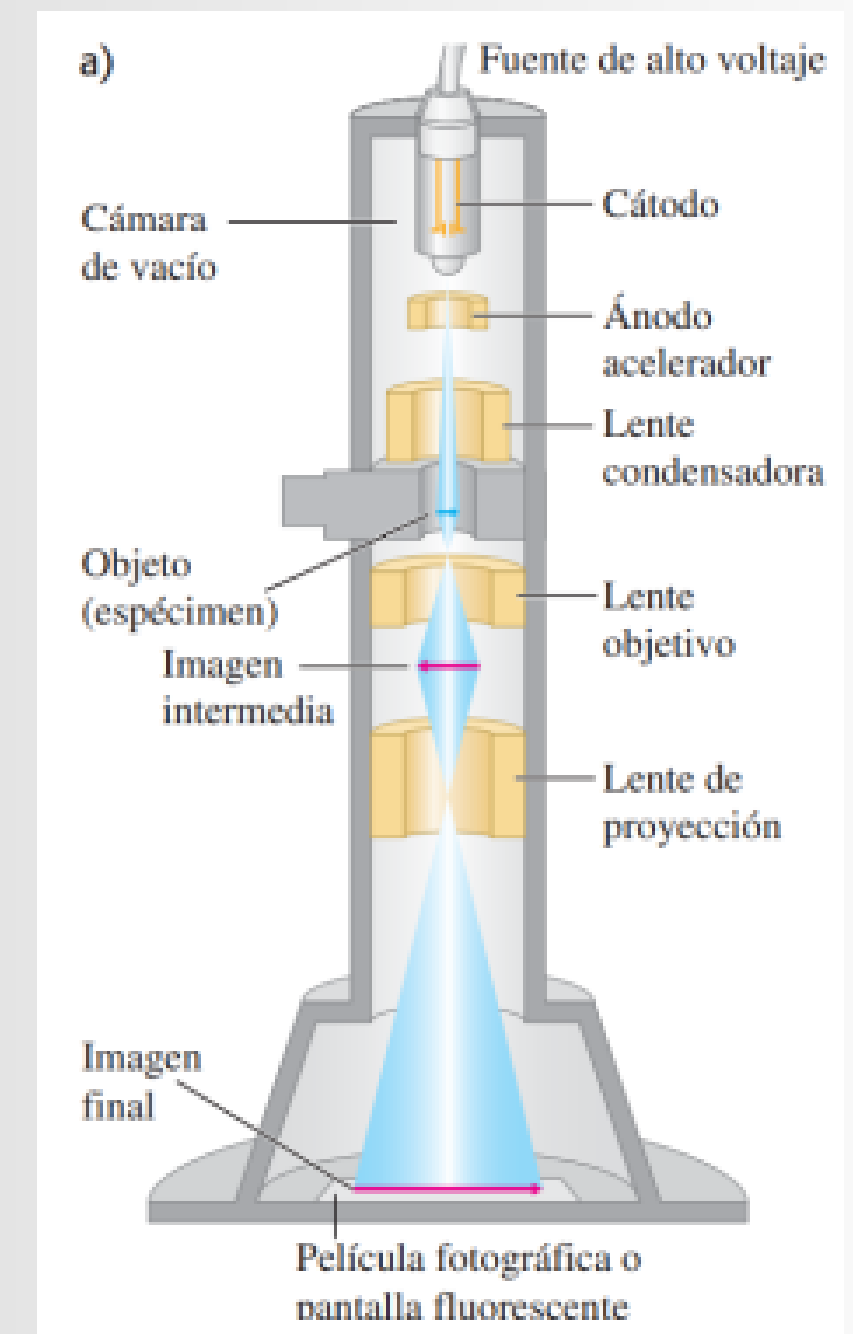
Se puede usar un haz de electrones para formar una imagen de un objeto casi en la misma forma que un rayo de luz

La longitud de onda de los electrones en un microscopio electrónico es mucho más pequeña que la de la luz visible

Los microscopios electronicos usan campos magneticos como "lentes".

Se usan tres de esas lentes en un arreglo en forma de microscopio compuesto.

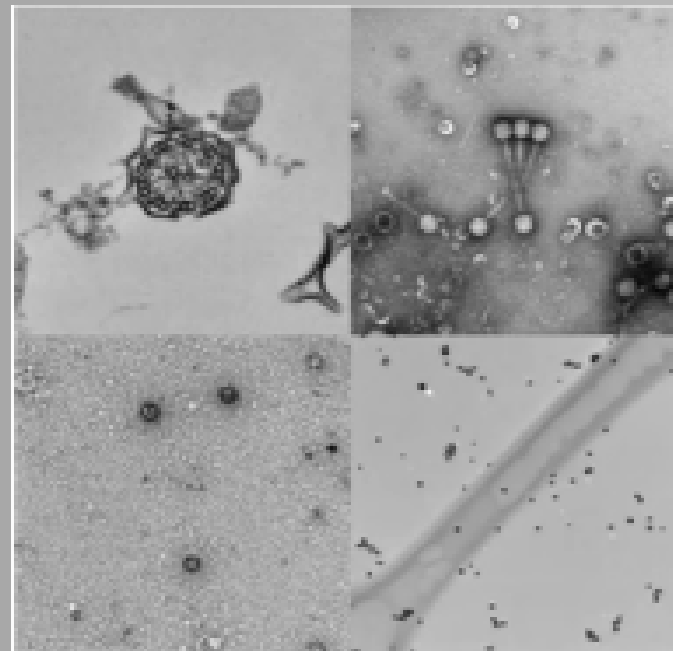
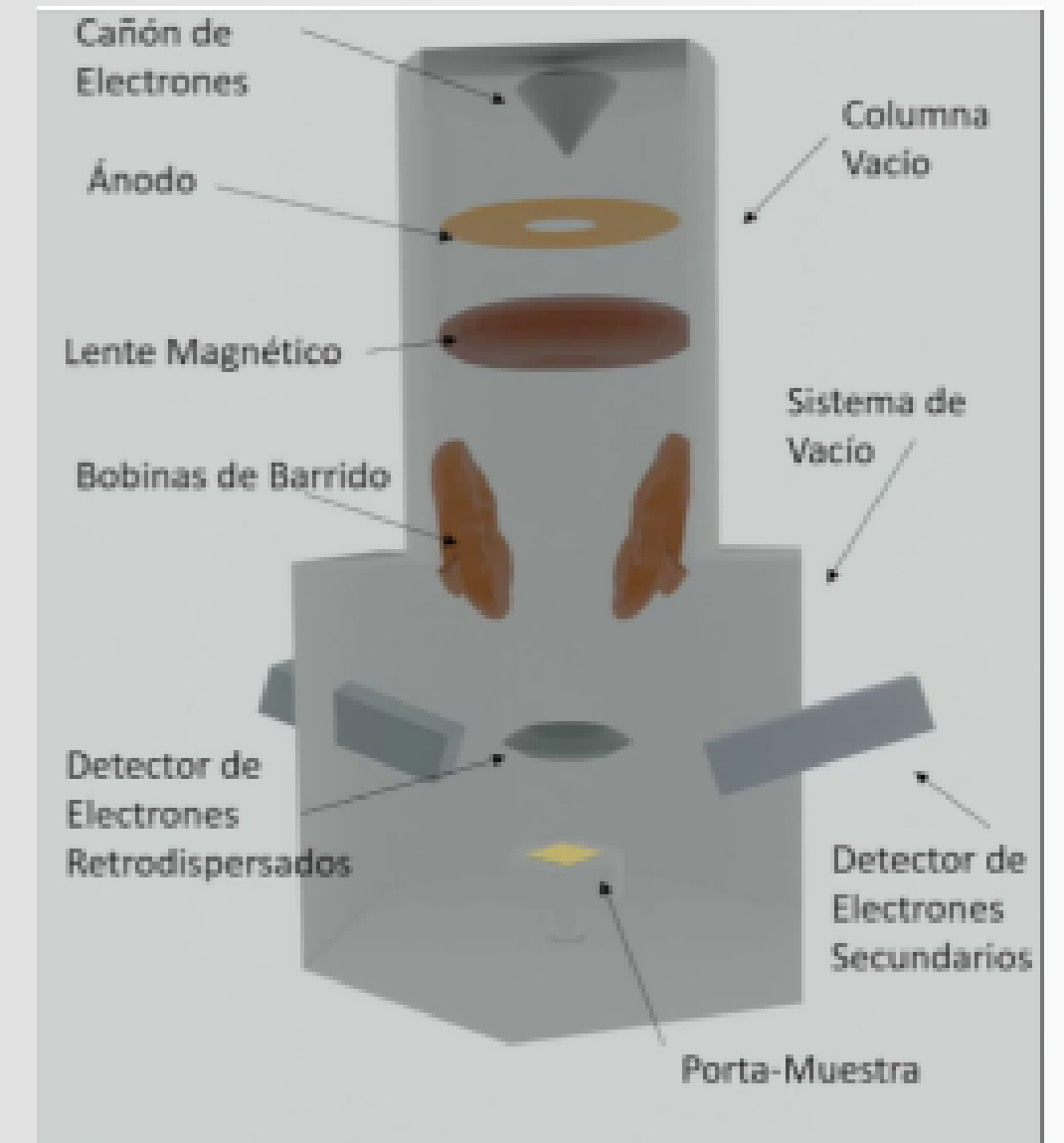
En estos microscopios la muestra a examinar es muy delgada por lo que los electrones no se desaceleran en forma apreciable al atravesarlo.



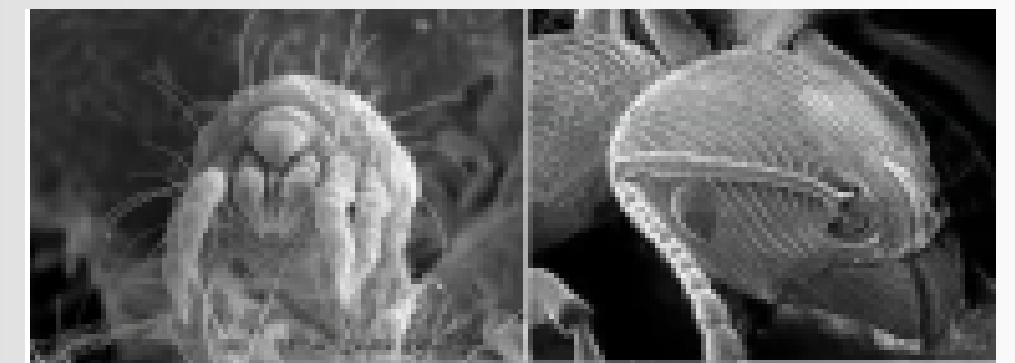
El microscopio electrónico de barrido

Algunas ventajas:

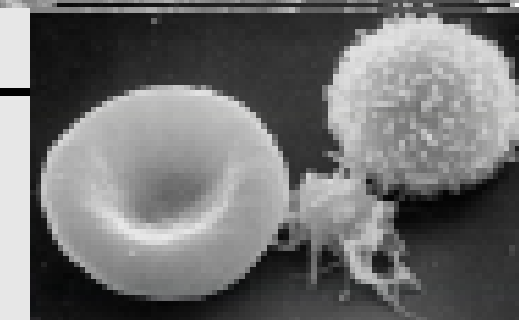
- El espécimen puede ser grueso
- La producción de electrones despididos depende del ángulo de incidencia del haz



Microscopio electrónico de transmisión



Microscopio electrónico de barrido



Conclusiones

La dualidad onda-partícula es un concepto clave en la física moderna.

Las propiedades ondulatorias de las partículas han revolucionado nuestra comprensión del mundo subatómico.

La investigación continua en este campo promete nuevas tecnologías y descubrimientos.