

Introducción a la Mecánica Cuántica – Parte 2



De Broglie y las ondas de materia

- Toda porción de materia, en movimiento, con velocidad v y masa m está asociada con una radiación de longitud de onda λ y frecuencia f , que cumple:

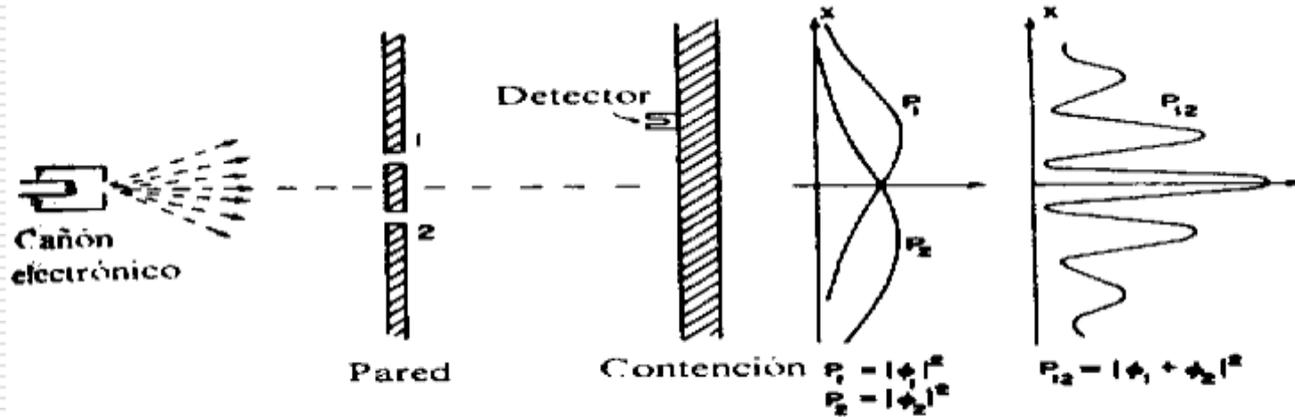
- $\lambda = h/p$ $f = E/h$

λ = longitud de onda de De Broglie

$p = m v$ (para partículas con masa m y velocidad v)



Un experimento con electrones



Experimento de Interferencia con Electrones

- Se demuestra la naturaleza ondulatoria de la materia, debido al patrón de interferencia obtenido

$$P_{12} = P_1 + P_2 + 2 \sqrt{(P_1 P_2)} \cos(\delta); \delta: \text{diferencia de fase}$$

Dualidad onda-partícula II

- La materia, que “indudablemente” se propaga como una partícula, a veces se comporta como onda ...
 - Principio de complementariedad (onda / partícula)
-

Longitud de onda de De Broglie asociada a un perdigón

- Es extremadamente corta, del orden de 10^{-32} m, 17 órdenes de magnitud menor que el tamaño de un núcleo atómico.
 - Los máximos y mínimos de la curva de distribución de probabilidades para el proyectil, se encuentran tan juntos unos de otros que no hay forma en que podamos detectar sus posiciones
 - Ojos e instrumentos macroscópicos realizan una integración de esta curva apreciándose tan solo su valor medio, que coincide con la suma de las distribuciones $P_1 + P_2$, desapareciendo a nuestros sentidos el término de interferencia
-

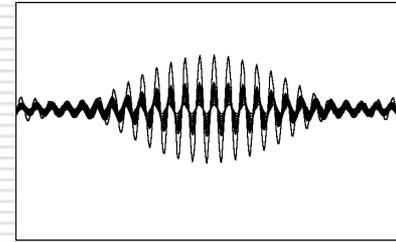
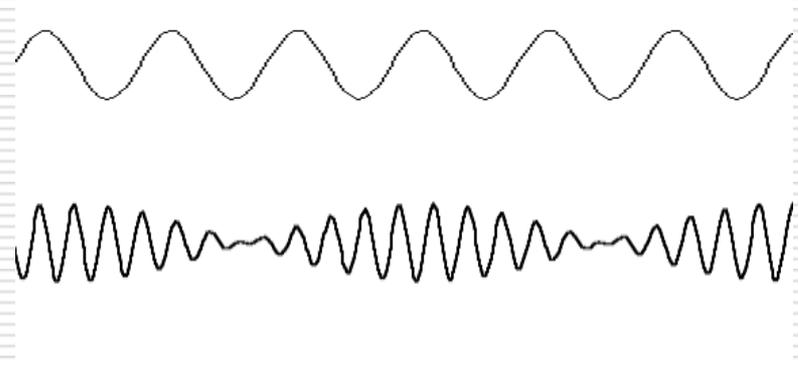
Principio de incertidumbre de Heisenberg

- Es una consecuencia del carácter de dualidad de onda / partícula.
- Magnitudes “conjugadas” como la posición y el impulso lineal no pueden medirse simultáneamente con total exactitud.
- El principio de incertidumbre de Heisenberg establece que el producto de las incertidumbres en la determinación de la posición (Δx) y del impulso lineal (Δp) satisfacen la siguiente relación:

$$\Delta x \Delta p \geq h/4\pi$$

Principio de incertidumbre de Heisenberg

- Una onda senoidal pura presenta una frecuencia bien definida pero una completa deslocalización de su partícula asociada.
- A medida que aumenta el número de componentes de la onda, la posición está mejor definida pues la onda tiene ahora amplitud variable y es razonable suponer que la partícula asociada es más probable que "se encuentre" donde la amplitud sea mayor.
- Se cumplirá el principio de incertidumbre $\Delta x \Delta p \geq h/4\pi$

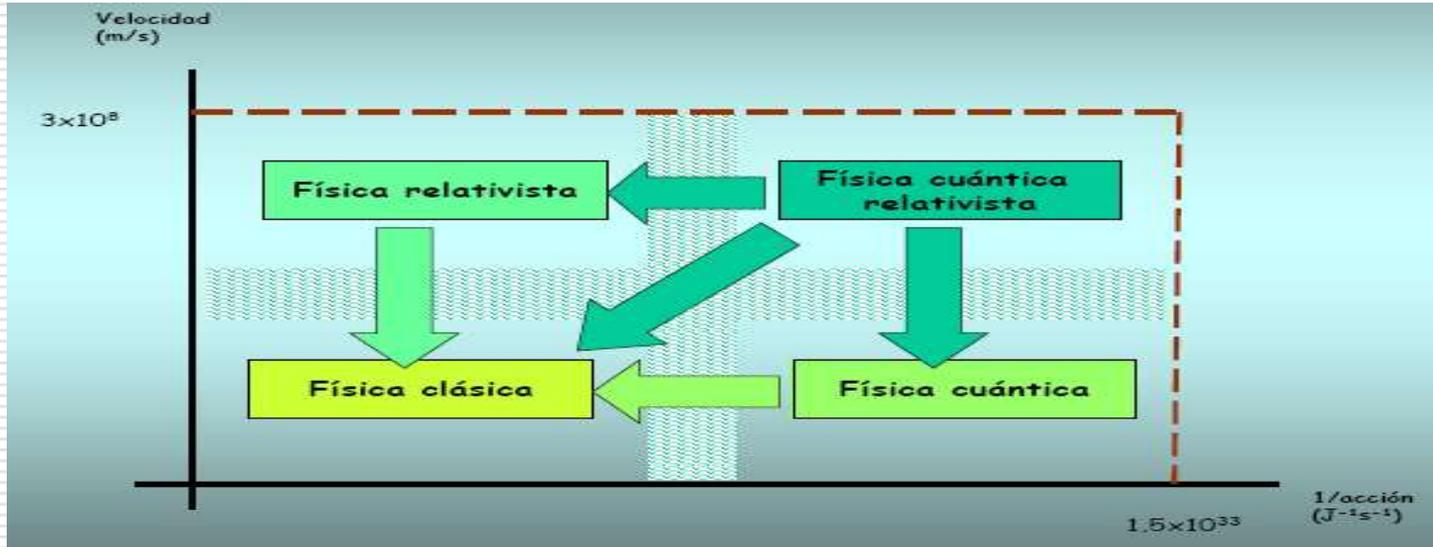


Constante de Planck y Magnitud de Acción

- La constante de Planck $h=6,6 \times 10^{-34} \text{ J s}$ está dada en unidades de acción (magnitud definida como energía x tiempo).
 - La acción es una magnitud física que está relacionada con la capacidad de un sistema o proceso de modificar su entorno e interactuar con otros sistemas.
 - Planck encontró que en la evolución de ningún sistema físico la acción toma un valor menor que h .
 - Además la velocidad de la luz $c \approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ es un límite máximo para la velocidad de la materia y de la propagación de ondas.
-

Una Clasificación de los Sistemas y Fenómenos Físicos

- Los sistemas y procesos del universo pueden clasificarse dentro de cuatro regiones con límites poco definidos



V Congreso Solvay, Bruselas 1927



SOLVAY CONFERENCE 1927

coloured by postcolor.com

A. PICARD E. HENRIOT P. EHRENFEST EG. HERSEN TN. DE DONDER E. SCHRÖDINGER E. VERSCHAFFELT W. PAULI W. HEISENBERG R.H. FOWLER L. BRELOUIN
P. DEBYE M. KNUDSEN W.L. BRAGG H.A. KRAMERS P.A.M. DIRAC A.H. COMPTON L. de BROGLIE M. BOEN N. BOHR
I. LANGMUIR M. PLANCE MRS CURIE H.A. LORENTZ A. EINSTEIN P. LANGEVIN CH.É. GUYE C.T.R. WILSON O.W. RICHARDSON
Absent: Sir W.H. BRAGG, H. DESLANDRES et E. VAN AUBEL