

RESUMEN FÍSICA CUÁNTICA

INTRODUCCIÓN

La Física Cuántica nace para dar explicación a fenómenos que la Física Clásica no puede resolver, concretamente fenómenos en los que intervienen sistemas o muy pequeños (átomos) o muy grandes (Universo).

Los sucesos físicos que vamos a estudiar son:

- Radiación térmica.
- Efecto fotoeléctrico.
- Espectros atómicos.
- Mecánica cuántica.

RADIACIÓN TÉRMICA

La radiación térmica es la energía electromagnética que emite un cuerpo debido a su temperatura.

Definimos *cuerpo negro* como aquel que es capaz de absorber todas las radiaciones que llegan a él. Debido a esto, un cuerpo negro puede emitir todas las radiaciones (longitudes de onda) que ha absorbido.

La radiación de un cuerpo negro sigue las siguientes leyes:

- **Ley de Wien:** La longitud de onda, para la cual la intensidad emitida es máxima, disminuye al aumentar la temperatura.
- **Ley de Stefan-Boltzmann:** La energía emitida por un cuerpo negro, por unidad de superficie y por unidad de tiempo, a una temperatura determinada, es:

$$I_{total} = \sigma \cdot T^4 \text{ (W/m}^2\text{)} \left\{ \begin{array}{l} \sigma: \text{ constante de Stefan – Boltzmann} \rightarrow \sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \\ T: \text{ temperatura (}^\circ\text{K)} \end{array} \right.$$

Teoría de Plank

La energía emitida por un cuerpo negro no es continua. Esta energía está formada por cuantos (paquetes) de energía de frecuencia determinada por la ecuación:

$$E = h \cdot f \text{ (J)} \begin{cases} E: \text{energía emitida por un cuerpo negro (J)} \\ h: \text{constante de Plank} \rightarrow h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \\ f: \text{frecuencia de la radiación emitida (Hz)} \end{cases}$$

$$f = \frac{c}{\lambda} \text{ (Hz)} \begin{cases} c: \text{velocidad de la luz en el vacío (m/s)} \rightarrow c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \\ \lambda: \text{longitud de onda (m)} \end{cases}$$

NOTA: 1 eV = 1,6 · 10⁻¹⁹ J

EFFECTO FOTOELÉCTRICO

El efecto fotoeléctrico es un efecto que consiste en la emisión de electrones (fotoelectrones) por parte de una superficie metálica cuando se ilumina con luz de una frecuencia determinada.

La frecuencia umbral es la mínima frecuencia que tiene que tener la luz que incide sobre la placa metálica para que se produzca el efecto fotoeléctrico.

La energía cinética de las partículas que son emitidas por la placa aumenta al aumentar la frecuencia de la luz incidente, pero es independiente de su intensidad luminosa.

Teoría de Einstein

Según Einstein toda la energía del fotón se transmite a un electrón del metal y cuando éste salta de la superficie metálica posee energía cinética.

$$E_{\text{fotón}} = W_e + E_c \begin{cases} E: \text{energía del fotón} \rightarrow E_{\text{fotón}} = h \cdot f \text{ (J)} \\ W_e: \text{trabajo de extracción del electrón} \rightarrow W_e = h \cdot f_0 \text{ (J)} \\ E_c: \text{energía cinética del electrón} \rightarrow E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \text{ (J)} \end{cases}$$

$$E_{\text{fotón}} = W_e + E_c \begin{cases} E_{\text{fotón}} < W_e \rightarrow \text{No se produce efecto fotoeléctrico} \\ E_{\text{fotón}} = W_e \rightarrow \text{Frecuencia umbral} \\ E_{\text{fotón}} > W_e \rightarrow \text{Se produce efecto fotoeléctrico} \end{cases}$$

ESPECTROS ATÓMICOS

El espectro de emisión atómica de un elemento es un conjunto de frecuencias de las ondas electromagnéticas emitidas por átomos de ese elemento, en estado gaseoso, cuando se le comunica energía. El espectro de emisión de cada elemento es único.

Modelo atómico de Bohr

Bohr intentaba hacer un modelo atómico capaz de explicar la estabilidad de la materia y los espectros de emisión y absorción discretos que se observan en los gases.

Describió el átomo de hidrógeno con un protón en el núcleo, y girando a su alrededor un electrón formando una órbita circular.

Cuando el electrón se mueve por una órbita concreta no radia energía, sólo radia energía cuando pasa de una órbita a otra. Si el electrón pasa de una órbita exterior a una interior emite energía, y si pasa de una órbita interior a una exterior absorbe energía.

MECÁNICA CUÁNTICA

1. Hipótesis de De'Broglie

De' Broglie extendió el carácter dual de la luz a todas las partículas materiales (electrones, protones, neutrones...), de modo que cada partícula en movimiento lleva asociada una onda cuya longitud se puede expresar por la ecuación:

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot E_c \cdot m}} \text{ (m)} \left\{ \begin{array}{l} h: \text{constante de Plank} \rightarrow h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \\ m: \text{masa de la partícula (kg)} \\ v: \text{velocidad de la partícula (m/s)} \end{array} \right.$$

$$\text{Energía cinética} \rightarrow E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \rightarrow m \cdot v = \sqrt{2 \cdot E_c \cdot m}$$

2. Principio de incertidumbre de Heisenberg

Según la Mecánica Cuántica, no es posible determinar simultáneamente y de un modo preciso la posición y la velocidad de una partícula en un instante determinado, es decir, no es posible definir su trayectoria.

Por ese motivo, es absurdo hablar de órbitas de electrones en los átomos. La Mecánica Cuántica considera las órbitas como zonas en las que la probabilidad de que se encuentre el electrón es muy elevada.

3. Ecuación de Schorödinger

Schorödinger elaboró una ecuación que permite determinar con una alta probabilidad la posición de una partícula.

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + \frac{8 \cdot \pi^2 \cdot m}{h^2} (E - V) \psi = 0$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \psi(x, y, z): \text{Func. representativa la amplitud de la onda asociada a la partícula} \\ \psi^2(x, y, z): \text{Func. representativa la intensidad de la onda asociada a la partícula} \\ E: \text{energía total de la partícula (J)} \\ V: \text{energía potencial de la partícula (J)} \end{array} \right.$$