

1.1 Interacción entre materia y radiación. La cuantización

Los tres fenómenos que pusieron de manifiesto las limitaciones de la física clásica aplicadas a la interacción entre la radiación electromagnética y la materia fueron la **radiación del cuerpo negro**, el **efecto fotoeléctrico** y el **espectro atómico**. La búsqueda de nuevas leyes que explicaran estos fenómenos supuso el nacimiento de la física cuántica.

Los fundamentos de la física cuántica son los siguientes: 1) La cuantificación de la energía de Planck, y 2) el efecto COMPTON y las ideas de DE BROGLIE de la dualidad onda-partícula.

1.1 Radiación térmica del cuerpo negro. Cuantificación de la energía.

La radiación electromagnética que emite un cuerpo debido a su temperatura se denomina **radiación térmica**. Esta radiación térmica varía tanto con la temperatura como con la composición del cuerpo. **Cuerpo negro**, absorbe todas las radiaciones que le llegan, es aquel hipotético cuya radiación térmica solo depende de su temperatura. Ejemplo: filamento de wolframio y el Sol.

La potencia total P emitida a una temperatura T por una superficie S cumple la **ley de STEFAN-BOLTZMAN**:

$$P = \sigma \cdot T^4 \cdot S \quad \sigma = \text{constante de Stefan-Boltzman} = 5,6703 \cdot 10^{-8} \text{ W/k}^4 \cdot \text{m}^2$$

$$P = \frac{E}{\Delta t} \rightarrow E = P \cdot \Delta t = \sigma \cdot T^4 \cdot S \cdot \Delta t$$

La longitud de onda máxima, λ , para que se produzca una emisión de energía es inversamente proporcional a la temperatura, T, según la **ley de desplazamiento de WIEN**: $\lambda_{\text{máxima}} \cdot T = 2,897755 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$

1.2 Hipótesis de PLANCK

Para intentar explicar la radiación del cuerpo negro Max **Planck** propuso las siguientes hipótesis:

- Los átomos que emiten la radiación se comportan como osciladores armónicos.
- Cada oscilador absorbe o emite energía en una cantidad proporcional a su frecuencia de oscilación f: $E_0 = h \cdot f$

Los paquetes de energía hf se llaman **cuantos**, de manera que la energía de un oscilador armónico está cuantizada, $E = n E_0 = n \cdot h \cdot f$, donde $h = \text{constante de Planck} = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

1.3 Efecto fotoeléctrico (Video y gráficas del efecto fotoeléctrico)

HERTZ observó que si iluminamos con una luz, visible o UV, determinadas superficies metálicas estas desprendían electrones, llamados fotoelectrones. Este fenómeno se denomina **efecto fotoeléctrico**.

$h \cdot f = W_0 + E_c$ **Ecuación de EINSTEIN para el efecto fotoeléctrico**, hf es la energía del fotón incidente (radiación incidente); W es el trabajo necesario para arrancar un electrón (trabajo de extracción) y E_c , es la energía cinética del fotoelectrón.

$E_{c\text{máxima}} = hf - W_0$ W_0 es el trabajo de extracción para el electrón más débilmente enlazado. $W_0 = hf_0$, f_0 es la **frecuencia umbral**, la menor frecuencia para arrancar el electrón.

$E_{c\text{máxima}} = e \cdot V_D$; V_D , es el potencial de detención o frenado para el electrón más rápido o menos atraído por el núcleo.

1.4 Espectros atómicos. Átomo deBOHR (Página 304 libro texto)

A finales del siglo XIX se sabía que la luz emitida por los átomos de un gas excitado por una descarga eléctrica mostraba el espectro de un conjunto discreto de líneas de diferente longitud de onda en un análisis espectroscópico.

Un elemento absorbe y emite el mismo conjunto discreto de frecuencias de radiación electromagnética. Este espectro, de absorción o de emisión, es característico de cada elemento. La fórmula de RYDBERG la obtuvo al estudiar el espectro del hidrógeno y es:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad R_H = \text{constante de Rydberg} = 1,096776 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}; m: \text{número natural que indica la serie espectral}; n = \text{número natural mayor que } m. \text{ Indica la línea dentro de cada serie.}$$

$m = 1$ serie de Lyman; $m = 2$, serie de Balmer; $m = 3$, serie de Paschen.

El modelo atómico de Bohr solo resultó válido para el átomo de hidrógeno y los átomos hidrogenoides (Li^+ , K^+ ,...). No podía explicar espectros más complejos como el del mercurio. Asimismo, tampoco explicaba el desdoblamiento de las líneas espectrales que aparecían al someter los átomos a campos magnéticos externos

FOTÓN. Partícula portadora de todas las formas de radiación electromagnética (rayos gamma, X, UV, IR, luz visible, microondas, y ondas de radio). Su velocidad es constante $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ y presenta tanto propiedades corpusculares como ondulatorias (dualidad onda-corpúsculo), como onda se puede reflejar y como partícula interacciona con la materia.

1.5 Dualidad onda-corpúsculo

En 1924, De Broglie expuso su principio sobre la dualidad onda-corpúsculo: Si un fotón tiene una energía $E = h \cdot f$ y un momento lineal $p = \frac{h}{\lambda}$, una partícula debe tener una frecuencia $f = \frac{E}{h}$ y una longitud de onda $\lambda = \frac{h}{p}$ asociada.

1.6 Principio de incertidumbre o indeterminación de HEISENBERG

Nos limita la información que podemos obtener de un objeto cuántico, debido a la doble naturaleza de onda-partícula de la materia.

$$\text{Principio de indeterminación de Heisenberg: } \Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4}; \Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{4}$$

$x \rightarrow$ posición; $p \rightarrow$ momento lineal; $E \rightarrow$ energía; $t \rightarrow$ tiempo; $\Delta \rightarrow$ indeterminación

Leer **efecto túnel**

Mecánica cuántica

Al resolver las ecuaciones de la mecánica cuántica de SCHRÖDINGER para un electrón de un átomo aparecen los cuatro números cuánticos. Estos describen el comportamiento de los electrones en dicho átomo. (Página 312 libro texto)

n : número cuántico principal, cuantifica la energía del electrón.

l : n° cuántico del momento angular orbital, cuantifica el cuadrado del momento angular, L , determina la forma del orbital y la energía del electrón dentro del orbital.

m_l : n° cuántico magnético, m_l , describe la orientación del orbital en el espacio y cuantifica la componente Z del momento angular L

m_s , n° cuántico de spin, puede tomar los valores $+\frac{1}{2}$ o $-\frac{1}{2}$.

