
LOS CUANTOS O FOTONES

Emilio Quea A.

LA NATURALEZA DE LA LUZ

92

En el año de 1900 un físico alemán de nombre Max Planck (1858-1947) “mientras analizaba los datos de la radiación emitida por sólidos calientes a varias temperaturas, descubrió que los átomos y moléculas emiten energía únicamente en número enteros múltiplos de ciertas cantidades bien definidas. Los físicos siempre habían considerado que la energía era continua, lo que significaba que cualquier cantidad de energía se podía liberar en un proceso de radiación. El trabajo de Planck, sin embargo, mostró que la energía se puede liberar sólo en ciertas cantidades definidas, a las que llamó CUANTOS (Chang, 260) Max Planck dio nombre de cuanto (fotón) a la mínima cantidad de energía que podía ser absorbida o emitida en forma de radiación electromagnética”. ¿Los fotones o cuantos empezaron o nacieron con la teoría cuántica? Veamos que nos dice el científico ruso S.I. Drakin? “... en el siglo XX fue conocido un gran número de fenómenos que evidencian que la luz representa un flujo de partículas materiales que recibieron el nombre cuantos de luz o fotones” (Drakin 33)

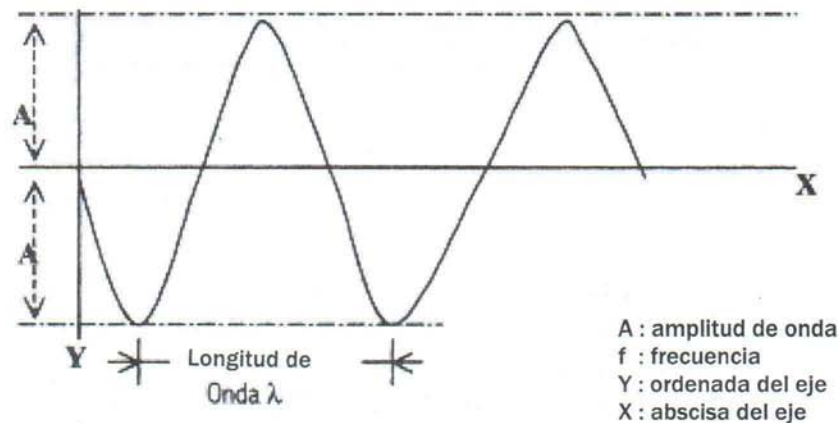
Si los cuantos o fotones son luz nos preguntamos ¿desde cuando conocemos la luz? A esta pregunta podríamos responder: desde el génesis del ser humano cuando el creador dijo “Hágase la luz” y hubo luz (Gén. 1,3). Desde el punto de vista científico “se estima que el sistema solar tiene una antigüedad de cerca de 5 billones de años, pongamos o quitemos unos pocos miles de años. El homo sapiens ha estado en la tierra hace dos millones de años, ocupado en hacer todo tipo de cosas, una de ellas fue adorar al creador de la vida, el Sol, y a su luz

desde casi al principio” (Han, 21). Entonces ¿cuál es la naturaleza de la luz?

El ser humano se ha hecho esta pregunta desde tiempos remotos pero la respuesta se dió cuando Maxwell describió teóricamente el electromagnetismo en 1864 y Hertz, en 1887 realizó las primeras comprobaciones experimentales. Maxwell en su teoría planteó ecuaciones que predecían la existencia de ondas de radiación electromagnéticas que se desplazaban a través del espacio vacío con una rapidez igual a la de la luz. En conclusión estas ondas existen como ondas de radiación electromagnéticas en: la luz, radio, televisión, rayos X, hornos microondas, láser, etc. y son formadas debido a perturbaciones eléctricas y magnéticas de cargas aceleradas en circuito L.C. (circuito formado por una bobina y un condensador).

EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Por lo visto anteriormente existen diferentes tipos de ondas de radiación electromagnéticas que como son ondas senoidales dependen de su longitud de onda y su frecuencia de acuerdo a la figura (1) y su ecuación correspondiente:



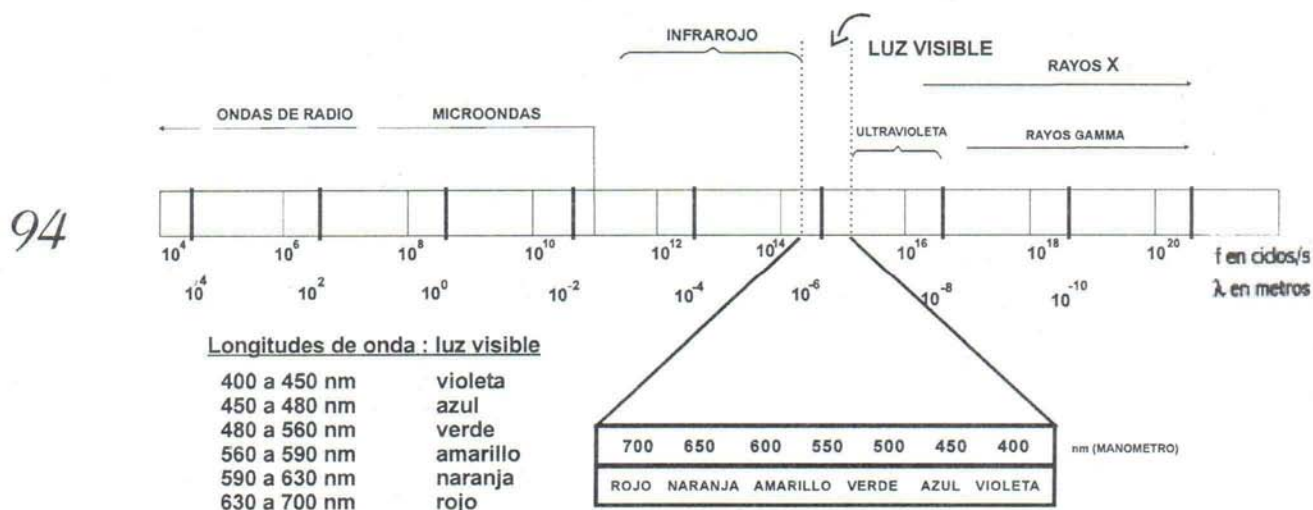
$$Y = A \sin 2\pi ft$$

(Fig.n.º1)

Esta clase de ondas incluyen la luz, las ondas de radio y televisión, las radiaciones ultravioletas e infrarrojas, los rayos y las radiaciones gamma. Además en la mecánica cuántica intervienen fenómenos ondulatorios en la estructura atómica, subatómica y molecular.

Las ondas senoidales transportan energía por el espacio cuya razón de transporte de energía es proporcional al cuadrado de la frecuencia y al cuadrado de la amplitud.

En la figura 2, se muestra la porción más conocida del espectro electromagnético:



(Fig. N° 2)

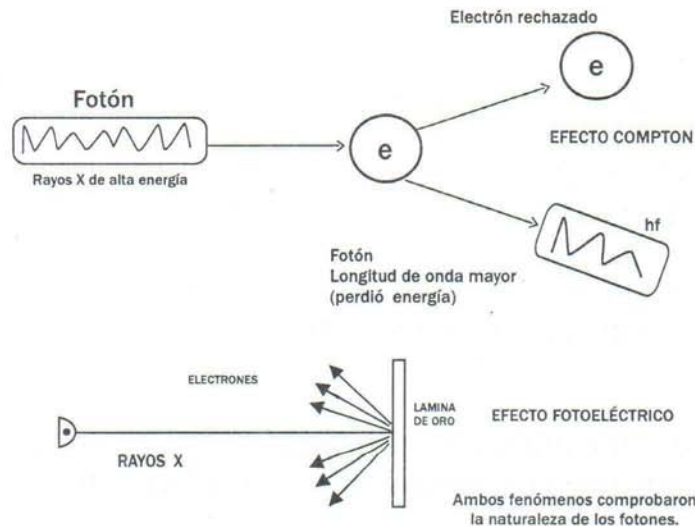
CUANTIFICACIÓN

La hipótesis de Planck planteaba que debería haber un intercambio de energía entre la materia y la radiación de naturaleza discontinua. Entonces, si la absorción y la emisión de energía radiante por la materia se realizaba de un modo discontinuo, era lógico pensar y postular que la energía radiante cuando se propaga lo hace en forma discontinua a saltos o cuantos de energía. Este fue el paso dado por Einstein en sus trabajos sobre el efecto fotoeléctrico en 1905. Einstein

“postula que, en el efecto fotoeléctrico, la luz incidente está formada por un haz de corpúsculos llamados fotones, cada uno con una energía igual a hf (constante de Planck “ h ”, por la frecuencia de la luz “ f ”) y que se mueven con la misma velocidad de la luz “ c ”. Cuando uno de estos fotones choca con un electrón del metal, es absorbido totalmente por él, comunicándole su energía hf . Si esta energía es suficiente para desprender el electrón, éste saldrá despedido con una energía cinética dada por la expresión: $\frac{1}{2}m_0v^2 = hf - V$, donde m_0 = masa en reposos del electrón y V es la energía con que se encontraba ligado al metal” (Garrido, 16). Habían nacido los cuantos o fotones.

Años después, en 1923, Compton descubrió un nuevo fenómeno ahora conocido como EFECTO COMPTON. El descubrió que un fotón de gran energía de los rayos X puede dar cierta cantidad de movimientos a los electrones. Cuando un fotón choca con un electrón, ambos siguen diferentes direcciones y la longitud de onda del fotón es siempre mayor después de la colisión, demostrando que ha perdido energía. Compton encontró que la energía perdida por el fotón es igual a la ganada por el electrón, y que la cantidad de movimiento del fotón original es igual a la cantidad de movimiento del electrón más la cantidad de movimiento del nuevo fotón.

95



DUALIDAD CORPÚSCULO -ONDA

La dualidad corpúsculo se presenta de un modo general en todos los sistemas físicos del universo. Los sistemas físicos aparecen así en sistemas macrocósmicos y sistemas microcósmicos. En los sistemas microscópicos, el aspecto corpuscular y ondulatorio se presentan simultáneamente siguiendo las leyes de la mecánica cuántica. Por lo tanto el fotón no es sólo un corpúsculo caracterizado por su energía, sino que tiene también propiedades ondulatorias.

LOS FOTONES

A continuación daremos algunas propiedades o características de los fotones:

96

- a. ¿Qué relación hay entre el mundo natural y los fotones?
La mayor parte de la información que tenemos del mundo natural nos es transmitida por los fotones.
 - b. ¿El fotón existe?
El fotón sólo puede existir cuando viaje a la velocidad de la luz “c” y debido a su movimiento posee energía: $E = hf$.
 - c. ¿Qué es un fotón?
Un fotón es un cuanto de energía electromagnética.
 - d. ¿Cómo se presenta un fotón?
Aparece como radiación isotrópica que llena el espacio.
 - e. ¿Que es la Radiación?
Es la emisión y transmisión de energía a través del espacio en forma de onda electromagnética.
 - f. ¿Qué tipo de radiación transporta el fotón?
El fotón sólo transporta la radiación electromagnética, interacciona con otras
-

partículas sólo a través de esta y del campo gravitacional.

- g. ¿Cuál es la energía del fotón?
La energía de un fotón es: $E=hf$ en donde h es la constante de Planck y f es la frecuencia de la onda electromagnética asociada con el fotón.
- h. ¿Los estados de energía moleculares y atómicos se reconocen a través de los fotones?
Los estados de energía moleculares y atómicos se conocen por medio de los colores de la luz que emiten o absorben
- i. ¿Todos los fotones tienen la misma energía? ¿Por qué?
Los fotones no tienen todos la misma energía. Los cuantos de luz azul son de mayor energía que los cuantos de luz roja, ya que la luz azul tiene menor longitud de onda y por lo tanto mayor frecuencia.
- j. ¿Qué tiene que hacer la frecuencia y los fotones?
Dos fuentes luminosas de la misma frecuencia (es decir del mismo color) emiten fotones de igual energía.
- k. ¿Cuál es la masa del fotón?
El fotón en estado de reposo no tiene masa: $m_0 = 0$
El fotón tiene $1/3$ de la masa de un electrón cuando viaja a la velocidad de la luz.
La masa de un fotón por su movimiento es de $m=(hf/c^2)$ derivada de la ecuación de Einstein $E=mc^2$.
- l. ¿Cuál es el tiempo de vida de un fotón?
Tiempo de vida: infinito.
- m. ¿El fotón tiene carga eléctrica?
Carece de carga eléctrica.
- n. ¿El fotón tiene antipartícula?
El fotón es su propia antipartícula.

- o. ¿Tiene spin el fotón?
El fotón es un bosón con spin 1.
- p. ¿Cuál es la velocidad del fotón?
La velocidad del fotón = $c = 300,000 \text{ km/s}$.
- q. ¿Cuál es el momento para el fotón?
El momento para el fotón es: $p = mc = E/c$
- r. ¿El fotón es estable?
Es estable, por lo tanto no decae espontáneamente en otra partícula.

ECUACIÓN BÁSICA

98

- Planck supuso que a energía oscilante debía de venir de :
$$E = nhf$$

en donde E es la energía vibrante, h la constante de Planck, n es el número cuántico y f es la frecuencia de onda. El producto "hf" es el cuanto de energía o fotón.
- De Broglie postuló: "que la longitud de onda de materia está asociada con el movimiento de una partícula material de impulso "p" a través de: $p = h/\lambda$ donde λ (lambda) es la longitud de onda.

