UNIDAD IV

TEORÍAS: ONDULATORIA CUÁNTICA Y NÚMEROS CUÁNTICOS.

No siempre es tan práctico como interesante seguir el desarrollo histórico de la química. Por el hecho de que se han llevado a cabo muchos estudios simultáneamente, resulta con frecuencia encontrar a la química como a otras ciencias, muy complicada y confusa.

Sin embargo, si recordamos el átomo de Dalton que supuestamente era simple e indestructible y lo vemos ahora, después de muchos años de investigación concluimos en que no tiene nada de simple, sino todo lo contrario, es muy complejo; tiene muchas partes elementales. En efecto, se han descubierto o postulado unas 30 partículas subatómicas, de las cuales tres más importantes son: el protón, el neutrón y el electrón.

En el comportamiento químico de los elementos depende según ganen, pierdan o compartan electrones en la formación de un enlace químico. Por lo tanto, las propiedades químicas de los elementos depende de las estructuras electrónicas que tengan propiedades químicas semejantes.

OBJETIVOS.

1.- Explicar las características de la Teoría Ondulatoria de la luz.

2.- Con tus propias palabras explica las características de la Teoría Cuántica.

3.- Explica qué son las lineas espectrales y qué utilidad brindan en el laboratorio de la investigación.

4.- Explicar a qué le llamamos energía cuantizada.

5.- Definir los conceptos o términos que aparecen al final de esta unidad.

6.- Mencionar con tus propias palabras qué nos indica la ecuación de onda Schrodinger.

7.- Definir a qué llamamos números cuánticos, así como también describir sus valores respectivos.

8.- Enunciar el principio de exclusión de Pauli.

9.- Explicar el modelo atómico de Bohr.

Para que puedas cumplir con los objetivos anteriormente marcados, deberás usar el siguiente:

PROCEDIMIENTO.

1.- Deberás estudiar el presente capítulo IV.

2.- Es de suma importancia que memorices bien los valores de los números cuánticos.

3.- Si tienes dudas pregunta a tu maestro; pero no te quedes con ella. De igual manera comenta y discute con tus compañeros el contenido de la unidad para que refuerces tus conocimientos.

4.- Deberás entregar las siguiente autoevaluación resuelta como requisito para presentar el examen a la presente unidad.

AUTOEVALUACIÓN.

1.- Representa una propiedad de la teoría ondulatoria de la luz.

0) Masa

1) Peso.

2) Longitud de Onda.

3) Número atómico.

2.- Las líneas espectrales de los elementos nos sirven para:

0) Calcular pesos atómicos.

1) Determinar solubilidades.

2) Identificar elementos.

3) Determinar volúmenes.

4) Determinar actividad óptica.

3.- De los siguientes enunciados identifica con una F si es falso y con una V si es verdadero

a) Cuando el número cuántico n = 4, habrá 3 valores de I. _____

b) Para cualquier nivel n, I = (n - 1). _____

LISTA DE CONCEPTOS Y TÉRMINOS.

1.- Dualidad de materia.

2.- Principio de incertidumbre.

3.- Estados o niveles de energía.

4.- Dalto cuántico.

5.- Átomo excitado.

6.- Principio de exclusión de Pauli.

CAPÍTULO IV

TEORÍAS ONDULATORIA, CUÁNTICA Y NÙMEROS CUÁNTICOS.

INTRODUCCIÓN.

La teoría moderna sobre la naturaleza del átomo es una teoría matemática. Como la teoría está basada en un modelo matemático del átomo y no en uno físico, no es posible proporcionar un modelo físico del átomo que sea rigurosamente correcto. A pesar de ello, los químicos han encontrado que es muy util emplear modelos físicos de los átomos, teniendo siempre en cuenta que estos modelos no son exactos en todos sus detalles. La teoría atómica moderna es uno de los más grandes triunfos de la mente humana, debemos considerarla una de las grandes conquistas de la cultura humana y como un gran principio unificador de la química.

4-1 MODELO ONDULATORIO DE LA LUZ.

Sir Isaac Newton, fue quien descubrió un fenómeno hasta ahora muy conocido, el de la *refracción* de la luz solar. La luz se desvía de su dirección original cuando pasa del aire a otro medio, como por ejemplo un cristal. Los rayos solares se dispersan en una banda continua de colores conocida con el nombre de *espectro,* al pasar a través de un prisma. (Ver figura 1).

Más tarde se logró el conocimiento de que la luz blanca podía descomponerse por otros medios. Cuando se hace pasar luz a través de

un material transparente en el que previamente se han rayado miles d líneas paralelas muy cercanas entre sí, se observa el espectro visible. E fenómeno se conoce como *difracción* y el dispositivo causante se llam *red o rejilla de difracción.*

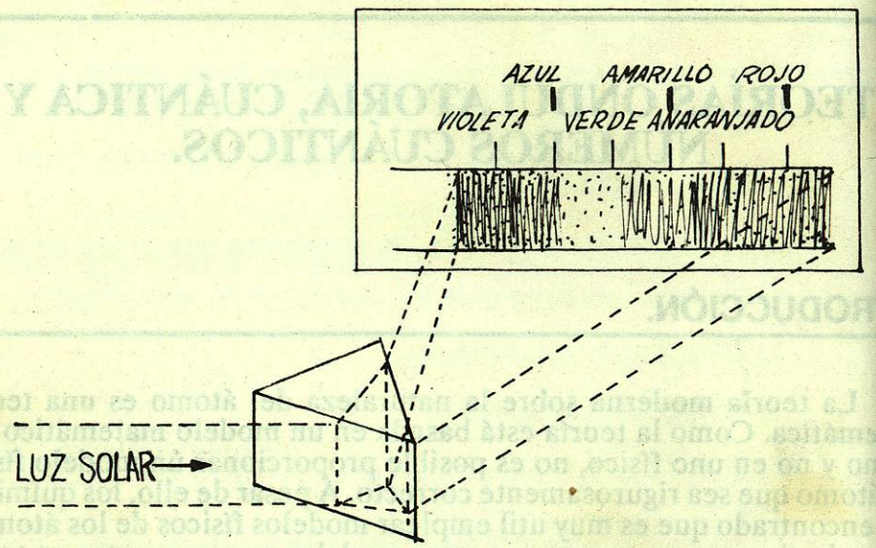

Fig. 1 *Refracción de la luz solar.*

La refracción, y la difracción y otros muchos fenómenos óptico requerían explicaciones teóricas. De tal manera que a finales del sigl XIX, los físicos utilizaron adecuadamente, como base de sus ex plicaciones una teoría ondulatoria de la luz. También se descubrió qu la luz visible es tan sólo una pequeña parte de un vasto espectro continu de una radiación similar.

Este espectro de radiaciones se extiende desde los rayos gamm de alta energía y los rayos X, por un extremo, hasta las ondas de radi de baja energía por el otro. James Clerk Maxwell, físico escocés propuso una teoría en 1873 considerando que electricidad, luz y mag netismo estaban relacionados. Este modelo clásico de la energí radiante sostiene que dicha energía es producida siempre que una carg eléctrica oscila o es acelerada. El movimiento aparente de la carga es una perturbación caracterizada por la presencia de ondas eléctricas y magnéticas. Esta perturbación se llama *onda electromagnética.* Veamos ahora las propiedades fundamentales del modelo de onda para la luz

visible y para todas las radiaciones electromagnéticas.

La teoría ondulatoria representa la radiación electromagnética como una onda continua que está siendo generada por algún sistema en vibración (Ver figura 2). Dos propiedades de la onda en movimiento son su *velocidad y longitud de onda.* Experimentalmente, la velociad, C, de todas las radiaciones electromagnéticas es la misma: 3×10^{8} metros por segundo en el vacío.

La longitud de onda se indica por la letra griega Lambda . Se ha encontrado que depende de las propiedades vibratorias del sistema que la genera (figura 3). Aplicando la teoría ondulatoria de la luz a las cuidadosas mediciones que implican la difracción de la luz de diferentes colores, es posible calcular la longitud de onda de estos colores.

Las longitudes de onda de las radiaciones visibles son muy cortas, siendo del orden de 10^{-5} cm. La luz que para el ojo es violeta, tiene una longitud de onda de aproximadamente 4×10^{-5} cm. La de la luz roja es aproximadamente 7×10^{-5} cm. En relación a esto, es conveniente definir la unidad de longitud llamada unidad angstrom. Una unidad angstrom, 1A, es exactamente igual a 1×10^{-8} cm. Así, la luz azul y roja tienen longitudes de onda alrededor de 4,000 A y 7,000 A, respectivamente.

La observación detenida de la figura 3 nos lleva a otra propiedad fundamental de las ondas electromagneticas. Si estuviéramos colocados en un punto equidistante de cada generador de ondas y contáramos el número de ondas que pasa por ese punto cada segundo, ¿qué observaríamos? como las dos ondas están viajando a la misma velocidad, c, pasarían más ondas por segundo de las de menor λ. El número de ondas que pasa por un punto determinado, por segundo, se llama *frecuencia* de la radiación electromagnética y su símbolo es la letra griega minúscula nu, ν. Esta frecuencia depende de la (frecuencia de) osilación del sistema vibratorio que genera la radiación.

Fig. 2 La teoría ondulatoria de la radiación electromagnética se deriva en base a propiedades de las ondas de agua.

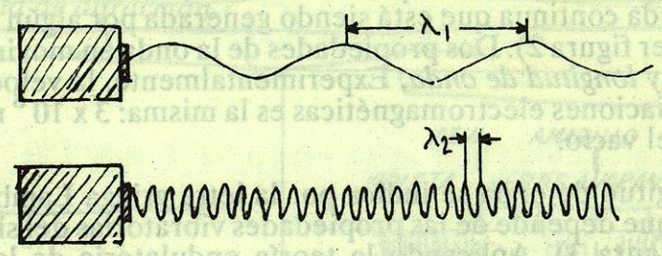

Fig. 3 La longitud de una radiación electromagnética depende del sistema electromagnético que lo genera.

Observamos la relación que existe entre la longitud de onda λ y la frecuencia ν, de cualquier radiación electromagnética es que son inversamente proporcionales entre si.

$$\lambda \propto \frac{1}{\nu} \quad \text{ó} \quad \nu \propto \frac{1}{\lambda}$$

$$\lambda\nu = \text{constante}$$

Como λ tiene la unidad de cm/onda y γ tiene las unidades de onda/seg, la constante en esta última relación tendrá las unidades de velocidad:

$$\lambda\nu = \text{constante}$$

$$\left(\frac{\text{cm}}{\text{onda}}\right)\left(\frac{\text{onda}}{\text{seg}}\right) = \frac{\text{cm}}{\text{seg}}$$

Tratándose de radiaciones electromagnéticas que se propagan con velocidad c, esta importante relación se expresa así:

$$\lambda\nu = c$$

La teoría ondulatoria clásica de la radiación electromagnética, todavía nos ayuda a comprender una multitud de fenómenos que implican radiación electromagnética. Sin embargo, una segunda teoría

inició una nueva era científica.

4-2 LA TEORÍA CUÁNTICA.

A fines del siglo XIX la física y la química experimentaron un rápido desarrollo como ciencia, de tal suerte que los antiguos conceptos y modelos teóricos necesitaban urgentemente una revisión para poder explicar muchos de los nuevos conocimientos. Fue con esta época cuando se derrivó el sencillo modelo daltoniano del átomo. También fue el período en que el modelo ondulatorio de la radiación electromagnética fue incapaz de explicar importantes hechos experimentales, y los físicos buscaron un nuevo modelo.

Probablemente se podrá explicar con mayor sencillez la necesidad de un nuevo modelo de la radiación si examinamos el efecto fotoeléctrico. Dicho fenómeno fue punto de estudio cuidadoso durante las tres décadas siguientes.

J.J. Thompson demostró que eran electrones lo que expulsaban ciertas superficies metálicas cuando la luz incidía sobre ellas. Otros investigadores estudiaron la clase de luz que se necesitaba para la expulsión de los fotoelectrones. Pronto se hizo evidente que, sólo luz de una determinada frecuencia mínima (o longitud de onda) originaba el efecto foteléctrico, el modelo ondulatorio de este hecho. Sólo luz de una determinada energía mínima podía expulsar electrones de una superficie particular. De alguna manera, la energía de la radiación electromagnética debía relacionarse con las propiedades fundamentales de longitud de onda y frecuencia. A no ser que la luz tenga una energía por lo menos equivalente a , no habrá expulsión de electrones. La luz que posee esta energía causa la emisión de electrones, cuya energía aumenta según aumente la de la luz.

En el año 1901, un físico alemán llamado Max Planck propuso una teoría nueva que revolucionaría la de la radiación electromagnética. Planck rompió con la teoría generada por un sistema vibratorio no era de naturaleza continua, sino más bien, *discontinua*. Así, la energía es absorbida en cantidades discretas o *cuantos*. Además, la cantidad de energía acarreada por un cuanto es proporcional a la frecuencia de la vibración, del sistema generador de energía: