

## SESIÓN 12

### EMISIÓN DE LUZ

#### I. CONTENIDOS:

1. Emisión de luz.
2. Espectros.
3. Incandescencia, fluorescencia y fosforescencia.
4. El láser.

#### II. OBJETIVOS:

Al término de la Sesión, el alumno:

- Comprenderá el fenómeno de la emisión de luz.
- Distinguirá los espectros producidos por la luz.
- Analizará los fenómenos de incandescencia, fluorescencia y fosforescencia.
- Describirá el funcionamiento del láser.

#### III. PROBLEMATIZACIÓN:

*Comenta las preguntas con tu Asesor y selecciona las ideas más significativas.*

- ¿Cómo se produce la luz?
- ¿Por qué el arco iris aparece con más frecuencia en tiempos de lluvia?
- ¿Cómo se puede producir luz de distintos colores?

#### IV. TEXTO INFORMATIVO-FORMATIVO:

##### **1.1. Emisión de luz**

La luz se emite desde los electrones de átomos que han recibido energía en algún momento previo. Las ondas electromagnéticas de cualquier categoría del espectro electromagnético, pueden inducir un movimiento vibratorio en los electrones próximos, estos movimientos de los electrones son un cambio en el tiempo de campos eléctricos. Los cambios, en el tiempo y el espacio, de campos eléctricos inducen campos magnéticos que también son variables; los campos magnéticos variables inducen a su vez campos eléctricos variables y así sucesivamente. Esta generación de campos eléctricos y magnéticos es una emisión de energía radiante, de ondas electromagnéticas. En resumen: la energía radiante que afecta a los electrones de los átomos provoca que los electrones emitan ondas electromagnéticas. La luz es sólo una pequeña porción del espectro electromagnético. Antes de la luz se encuentra la radiación infrarroja, que etimológicamente significa antes del rojo; la radiación infrarroja la podemos entender como la energía térmica, el calor.

Cuando una sustancia como un hidrocarburo entra en contacto con suficiente oxígeno y se presenta la suficiente energía de activación para iniciar el proceso de oxidación violenta (combustión), se presenta una reacción exotérmica que libera mucho calor. El calor se genera por el cambio de los enlaces de las moléculas. El hidrocarburo que está formado por hidrógeno y carbono rompe sus enlaces químicos y se unen los átomos de carbono y de hidrógeno al oxígeno, formando dos nuevas sustancias: vapor de agua y bióxido de carbono. La energía de los enlaces del hidrocarburo y de las moléculas de oxígeno es mayor que la energía de los enlaces de las moléculas de vapor de agua y bióxido de carbono. Entonces, al llevarse a cabo la reacción de oxidación se libera esa energía extra en forma de calor. Por ello se clasifica a las reacciones de combustión como exotérmicas (generan calor). El calor de la reacción, es una forma de energía radiante que afecta a los electrones de algunos átomos, los electrones emiten a su vez energía radiante, en este caso: luz. Para la combustión de un alcano como la parafina de una vela, el

pabilo de un tejido orgánico rico en carbono es el que permite la generación de luz. Los electrones de los átomos de carbono del pabilo reciben la energía térmica de la combustión de la parafina y son estimulados para emitir otra forma de energía radiante, luz blanca.

Cuando tenemos un mechero Bunsen y la válvula de paso para el aire no está abierta totalmente, la combustión de gas no es completa, el resultado es una menor liberación de calor y esto afecta la emisión de luz de los electrones de las moléculas que participan en la reacción. Vemos la flama de color amarillo rojizo, colores que según hemos estudiado corresponden a energías más bajas que las de otros colores. Pero si se abre la válvula para que pase suficiente oxígeno, la llama se torna de otro color, toma una coloración azul en la zona de mayor temperatura; ahora la combustión es completa y se libera mucho más calor provocando que los electrones se estimulen con más energía y por lo tanto emitan luz correspondiente a una mayor frecuencia (energía).

Las diferentes sustancias que se pueden oxidar, emiten luz de distinto color. Por ejemplo, si se calienta un alambre de cobre delgado en presencia de oxígeno, comenzará a oxidarse rápidamente y en el proceso emite luz de color verde. El sodio emite una luz de color amarillo intenso. Cada tipo de átomo tiene su propia configuración electrónica; el número de electrones y la distribución de los mismos provocan diferentes emisiones de luz cuando son excitados, ésta es la razón por la que cada material produce un característico color de luz al entrar en un proceso de oxidación violenta.

La luz se puede reflejar parcialmente en las superficies de capas delgadas de ciertas sustancias, por ejemplo una película (capa delgada) de aceite sobre otra película de agua; la luz que ilumina a las capas de agua y aceite, incide primero en la superficie del aceite, una parte se refleja y la otra se transmite en el aceite; cuando llega a la región donde termina la capa de aceite y comienza la de agua, vuelve a presentarse una reflexión parcial, el resto de la luz se transmite en el agua y se refleja desde el suelo. Las reflexiones parciales que se han descrito llegan a los ojos de un observador, como no llegan en fase se presenta una interferencia destructiva para algunas longitudes de onda y una interferencia constructiva para otras; esto depende del grosor de la capa de aceite. Debido a que la película de aceite no es uniforme en su grosor, entonces percibimos al aceite en agua como una abigarrada combinación de colores.

## 2.1. Espectros

Los espectros son una sucesión de los diferentes colores o longitudes de onda, de la energía radiante emitida por una fuente luminosa. Los espectros pueden ser de diferentes tipos:

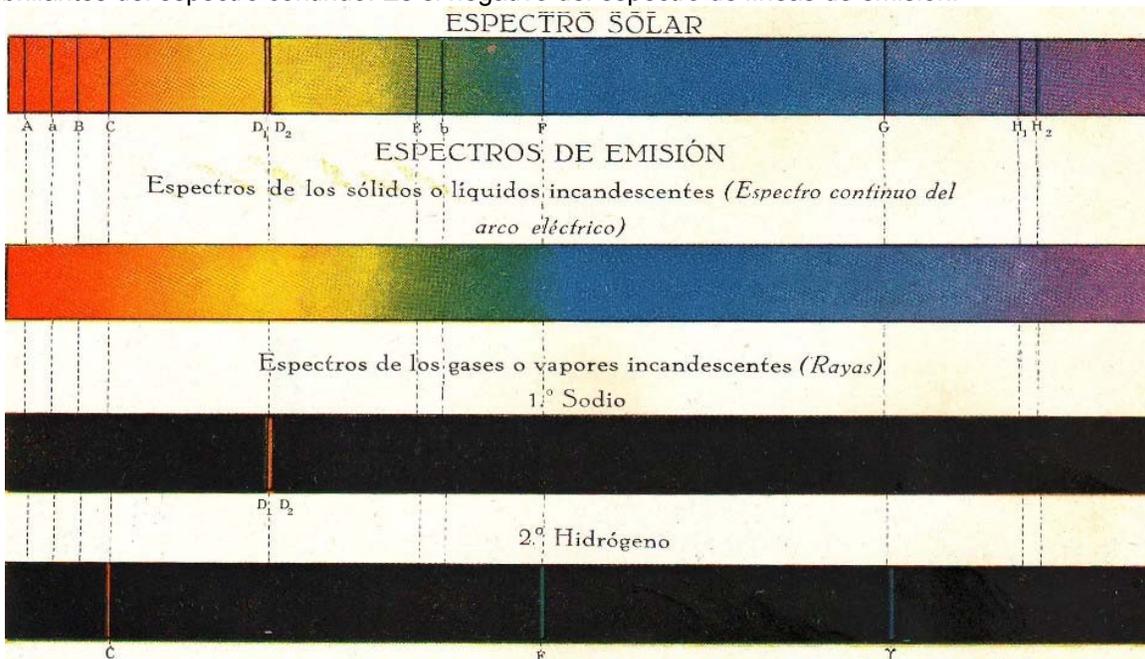
**Espectros continuos de emisión:** se producen al calentar sustancias en estado sólido o líquido. Por ejemplo el hierro. Al calentarse un poco alcanza una coloración roja, si la luz que emite se dispersa en un prisma se pueden apreciar las bandas de color rojo y anaranjado. Al elevar más la temperatura del metal, se torna de color anaranjado y la luz que emite forma un espectro con los colores desde el rojo hasta el amarillo; si se calienta más el metal y se alcanza un color amarillo en él, la luz que emite forma un espectro que incluye al verde; finalmente cuando la temperatura es muy alta y el metal se ve de color blanco (incandescencia), la luz que emite tiene a su espectro completo.

**Espectros continuos de absorción** se obtienen al pasar la luz blanca a través de materia en estado sólido o líquido, luego la luz se dispersa en un prisma y finalmente se proyecta en una pantalla. El espectro es semejante al espectro continuo sólo que faltan algunas frecuencias, son las que absorbe la materia en estado sólido o líquido por donde pasó la luz blanca. Un caso típico es el espectro que se forma al pasar luz blanca por un vidrio de color amarillo, el espectro que se forma no tiene las frecuencias de la luz azul y violeta.

**Espectros de líneas de emisión** la luz de un gas a alta temperatura se hace pasar por una rendija de forma rectangular, por una lente que la enfoca, luego de pasar la ranura hay otra lente que desvía la luz en rayos paralelos hacia un prisma donde se dispersa y llega a una pantalla. En la

pantalla se pueden apreciar líneas de colores sobre un fondo negro. Cada elemento químico o sustancia tiene su propio patrón de líneas espectrales, porque las líneas corresponden a la emisión de luz de los electrones que son afectados en el proceso.

**Espectros de líneas de absorción** son producidos enviando la luz de un espectro continuo a través de un gas caliente. Se dispersa la luz que ha pasado por el gas con un prisma y se proyecta en una pantalla. Se puede apreciar una serie de líneas negras sobre el conocido fondo de bandas brillantes del espectro continuo. Es el negativo del espectro de líneas de emisión.



Consultado el 1 de junio de 2011 de

[http://www.upct.es/seeu/as/divulgacion\\_cyt\\_09/Libro\\_Historia\\_Ciencia/images/espectroscopio/espectro-emision.JPG](http://www.upct.es/seeu/as/divulgacion_cyt_09/Libro_Historia_Ciencia/images/espectroscopio/espectro-emision.JPG)

### 3.1. Incandescencia, fluorescencia y fosforescencia

La emisión de la luz se puede presentar de diferentes maneras. Tal como ya se ha explicado la luz es un fenómeno que se produce en los átomos. Los electrones están en movimiento en torno del núcleo de cualquier átomo; cuando los electrones reciben energía radiante, que es una perturbación de campos eléctricos y magnéticos, se provoca un movimiento en los electrones hacia niveles de energía superiores. El movimiento de un electrón hacia otro nivel de energía obedece a la energía máxima que puede tener un electrón en cada nivel.

Los electrones de más baja energía se encuentran en el primer nivel cuántico que es la zona de electrones más próxima al núcleo del átomo. El segundo nivel cuántico puede albergar electrones de mayor energía, el tercer nivel a otros electrones con todavía más energía y así sucesivamente. En cada nivel de energía hay subniveles y cada uno de los subniveles también tiene asociada una determinada cantidad de energía. En el primer nivel cuántico puede haber como máximo dos electrones, en el segundo ocho, en el tercero dieciocho, en el cuarto treinta y dos, en el quinto treinta y dos, en el sexto dieciocho, y en el séptimo ocho electrones. Cada electrón tiene asociada una determinada energía.

Cuando un electrón es afectado por energía foránea y se mueve hasta otro nivel cuántico, casi de manera inmediata es atraído por el núcleo del átomo, para lograrlo debe emitir la energía que le permite estar en ese nivel pero no en el nivel al que es atraído. Los electrones en su desexcitación,

son emisores de radiación electromagnética. El retorno lo puede hacer en etapas o en un solo movimiento. Al fenómeno por el cual un electrón es enviado hacia un nivel superior se le conoce como excitación electrónica. Al fenómeno contrario, por el que retorna a la posición que tenía, se le conoce como desexcitación electrónica. La desexcitación electrónica puede ocurrir de diferentes modos, estas maneras de como se manifiesta permiten entender la incandescencia, fluorescencia y fosforescencia.

La incandescencia se presenta en sustancias que han alcanzado una alta temperatura, por ejemplo el tungsteno debe alcanzar una temperatura mayor a 2000 °C para manifestar la incandescencia. Los gases y los líquidos también son susceptibles de manifestar la incandescencia; la combustión de la gasolina o del el gas metano son ejemplos comunes del fenómeno.

La incandescencia en un material ocurre al haber un suministro enorme de energía térmica a los electrones de sus átomos. Los electrones son excitados y promovidos a niveles superiores, la desexcitación ocurre de manera casi inmediata. Las desexcitaciones electrónicas generan las diferentes longitudes de onda que se asocian con la luz, de tal manera que el resultado es la emisión de luz blanca en un espectro continuo.

Las bombillas eléctricas o focos incandescentes son muy ineficientes. Requieren un consumo excesivo de energía para elevar la temperatura y provocar la incandescencia; La mayoría de la energía que se suministra a un foco incandescente se transforma en calor que no se aprovecha. Un caso de excepción son los “focos Chicharroneros” que se utilizan para iluminar y sobre todo mantener calientes a las “carnitas” y a los “chicharrones”.

La fluorescencia es un fenómeno en el que no es necesario elevar la temperatura de los materiales a niveles extraordinarios para que produzcan luz. La luz se produce por la iluminación de algunos materiales, con radiaciones electromagnéticas. Las sustancias fluorescentes pueden ser: fluoruros de calcio (fluoritas), algunos minerales de calcio y de uranio; el papel blanco, ropa de algodón, billetes, microorganismos, clorofila, etc.

Los rayos luminosos, la luz ultravioleta, los rayos X, y los rayos gamma son ondas electromagnéticas que estimulan a los electrones de los materiales fluorescentes; los electrones se excitan y se desexcitan casi de inmediato. La desexcitación ocurre de una manera diferente a la excitación; la desexcitación se presenta por etapas, causando que la emisión electromagnética de los electrones tenga una menor energía que la radiación que causó su excitación. De esta manera los materiales fluorescentes pueden recibir luz ultravioleta y emiten luz visible, la energía restante se transforma en calor.

Una lámpara fluorescente es un tubo de vidrio con placas metálicas en los extremos, en el interior tiene vapor de mercurio a baja presión, las paredes internas del tubo tienen un compuesto de metales de transición o tierras raras que es fluorescente. Cuando se conecta una diferencia de potencial en los extremos del tubo, se forma una corriente eléctrica en el interior del tubo, esta corriente provoca la excitación de algunos electrones de los átomos de mercurio gaseoso en el tubo; los electrones emiten luz ultravioleta en su proceso de desexcitación. La luz ultravioleta ilumina el compuesto fluorescente y éste emite luz blanca que es la que finalmente se aprovecha.

La fosforescencia es un fenómeno similar a la fluorescencia, sólo que los electrones no se desexcitan de inmediato como en la fluorescencia. En este caso, los electrones pueden quedar en un nivel superior por algunos minutos. La consecuencia de esto es que una vez iluminado un material fluorescente y excitados algunos de sus electrones, comienza a emitir luz por el proceso de desexcitación; pero si se deja de iluminar, el material fosforescente continuará brillando por algún tiempo hasta que todos los electrones se hayan desexcitado.

#### 4.1. El láser

Láser es un acrónimo de la frase en inglés “Light Amplification Stimulated Emission of Radiation” que en castellano significa: “Amplificación de Luz por Emisión Estimulada de Radiación”. En 1916, el genio Albert Einstein declaró que si un átomo recibe luz de la misma frecuencia que la que puede emitir, el átomo es estimulado a producir luz de la misma frecuencia de manera casi instantánea.

La luz láser tiene dos propiedades importantes: una de ellas es que las ondas luminosas que se asocian con este tipo de luz viajan en un mismo plano. A este tipo de luz se le llama coherente. Casi todas las fuentes de luz son productoras de luz incoherente, esto significa que la luz de una lámpara fluorescente, un foco incandescente, la luz de un material fosforescente o la que refleja un espejo es luz incoherente. La luz coherente tiene un mismo plano de vibración, esto significa que las ondas luminosas son todas paralelas entre sí. Se llama coherencia espacial a este fenómeno. La otra propiedad que tiene la luz láser es la coherencia temporal, esto significa que las ondas luminosas presentan sus ciclos en tiempos iguales. En otras palabras, la luz con coherencia temporal debe ser monocromática, esto es que participen en su formación ondas de una misma frecuencia.

De acuerdo a lo estudiado anteriormente, un electrón salta a un nivel cuántico superior si gana energía y desciende a un nivel inferior si pierde energía. La radiación electromagnética que un electrón emite es igual a la diferencia de las energías entre los niveles de excitación y de desexcitación. Ahora pensemos en que mediante algún tipo de energía se excita a los electrones de los átomos de un material; los electrones una vez excitados comienzan a desexcitarse rápidamente, pero si se mantiene la fuente de energía, constantemente habrá electrones en un nivel de energía superior. Al fenómeno descrito se le llama “bombeo óptico”

La emisión estimulada es un fenómeno que consiste en enviar energía de la misma frecuencia que emitiría un electrón que está excitado, si se logra hacer llegar a un electrón excitado una cantidad de energía idéntica a la que emitiría al desexcitarse, se desestabiliza el electrón haciéndolo emitir inmediatamente una energía idéntica, sin retener la energía que recibió. El resultado es que se tienen dos ondas coherentes por una emisión estimulada, luego estas dos ondas estimulan cada una a otros electrones y ya se tienen cuatro ondas coherentes, el proceso se continúa como una reacción en cadena; si se pueden reflejar las ondas con espejos en los extremos del cuerpo donde ocurre la emisión estimulada, se tiene un tren de ondas de luz monocromática coherente; finalmente se dejan salir por un orificio las ondas de luz láser; el proceso es continuo si se mantiene el bombeo óptico.

El láser puede ser utilizado para el corte. Los materiales altamente reflectores o transparentes no son candidatos para el corte con láser. Es necesario que los materiales absorban la luz láser. Los metales pueden cortarse con un láser si al mismo punto dónde incide la luz láser se envía un chorro de oxígeno, el calor que proporciona el láser junto con el oxígeno causa una oxidación rápida. Se hace un agujero, luego se mueve el metal para cortarlo en la dirección deseada. Los materiales que comúnmente se cortan con luz láser son plásticos, tela, piel, etc.

También se puede sólo grabar un material usando luz láser, como las obleas de silicio de los circuitos integrados. En este mismo ámbito, la luz láser puede soldar componentes electrónicos. La luz láser se puede utilizar también para hacer mediciones en ingeniería y hasta en astronomía. Se puede emplear para cirugías, en las comunicaciones, en la investigación de la fusión nuclear, en los lectores de código de barras, en el grabado y reproducción de discos compactos, etc.