

50. FOSFOROSCOPIO DE BECQUEREL

Ref.- OPTIC-08

Principio físico: La fosforescencia es un fenómeno en el que ciertos materiales emiten luz después de haber sido expuestos a una fuente de radiación, como la luz ultravioleta. A diferencia de la fluorescencia, donde la emisión de luz cesa casi inmediatamente después de que se retira la fuente de radiación, la fosforescencia continúa durante un tiempo que puede variar desde segundos hasta varias horas. Esto ocurre porque los electrones del material son excitados a estados energéticos superiores, quedan atrapados en estados metaestables y liberan energía lentamente durante un periodo prolongado en forma de luz visible mientras regresan a su estado fundamental. Cuando la duración del fenómeno es muy corta, la observación directa es prácticamente imposible sin los dispositivos adecuados. El descubrimiento de los materiales fosforescentes se remonta al siglo XVII, cuando el químico italiano Vincenzo Casciarolo descubrió la "piedra de Bolonia", un mineral que brillaba en la oscuridad después de ser calentado y expuesto a la luz solar. Este fue uno de los primeros materiales conocidos en mostrar propiedades fosforescentes.

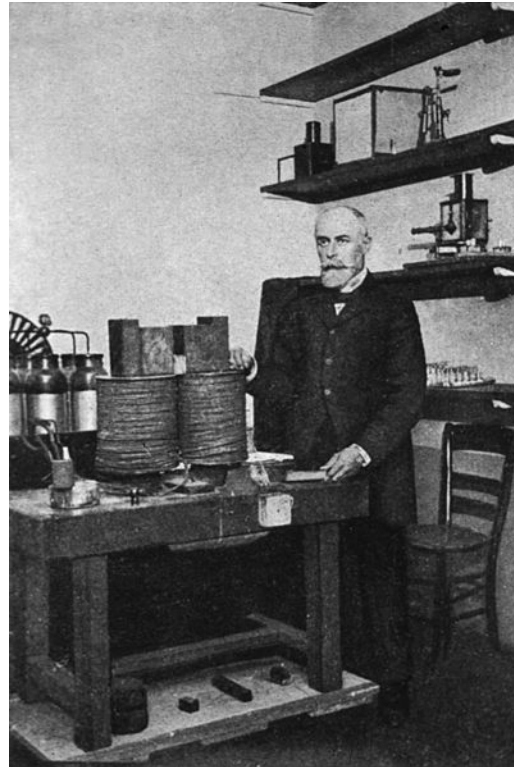


Figura 1. Antoine Henry Becquerel (1820-1891).
Litografía de Pierre Petit. Fecha desconocida.

Breve biografía de Becquerel. Henri Becquerel (1820-1891) fue una figura destacada en el campo de la ciencia, proveniente de una familia de brillantes investigadores, siendo su padre, Edmundo Becquerel, un pionero en el estudio de la radiación ultravioleta y la fosforescencia. El propio trabajo de Henri se centró en los fenómenos de fluorescencia y fosforescencia, así como en las características de la luz y los efectos de la temperatura sobre la duración de la emisión fosforescente. También hizo importantes contribuciones al estudio de la rotación del campo magnético terrestre y la dispersión de la línea D del sodio. Su logro más notable fue el descubrimiento de la radiactividad, que le valió reconocimiento mundial y prestigiosos premios, incluido el Premio Nobel de Física en 1903, que recibió junto a Marie (que decidió hacer su tesis doctoral acerca de los trabajos de Henry Becquerel) y Pierre Curie.

Becquerel realizó su trabajo más importante en óptica en el campo de la luminiscencia. En 1843 demostró que la fosforescencia era estimulada en diferentes sustancias por frecuencias de luz específicas, y que en algunas frecuencias el brillo fosforescente parecía detenerse inmediatamente después de que se cortaban los rayos de luz incidentes. Entre 1857 y 1859

ANTIGUOS INSTRUMENTOS DE LABORATORIO DE FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

realizó estudios pioneros sobre los fenómenos luminiscentes, que publicó en 1859 con el título *Reserches sur les divers effects lumineux qui résultent de l'action de la lumière sur les corps*. En sus escritos, explicó por primera vez el fosforoscopio, dispositivo creado por él mismo que incluía una caja sellada con dos discos perforados en el mismo eje, evitando así que la luz pudiera atravesar todo el instrumento al mismo tiempo. Mediante este experimento, el científico pudo distinguir entre fosforescencia y fluorescencia, debido a que una de las principales distinciones radica en el tiempo en que permanece el estado excitado. Con esta herramienta, Becquerel logró descubrir numerosas sustancias fosforescentes inéditas hasta el momento y comprobó que la fluorescencia, nombrada por Stokes en 1852, en realidad era solo una fosforescencia de breve duración. Además, Becquerel determinó que se podrían examinar sustancias sin que sufran cambios físicos o químicos colocando un prisma en su fosforoscopio para observar los espectros de luz liberados por objetos luminiscentes.

El fosforoscopio formaba parte de un equipo experimental para calcular la duración del brillo de una sustancia fosforescente o fosforescencia después de haber sido activado, incluso si esta tiene una duración muy breve. Se trata de dos discos que giran y tienen agujeros en su superficie. Los agujeros se encuentran distribuidos en cada disco de manera equidistante y a la misma distancia desde el centro, sin embargo, no están alineados entre los discos. La muestra de material fosforescente se coloca entre los dos discos. La entrada de luz a través de un agujero en uno de los discos estimula el material fosforescente que después emite luz por un tiempo breve. Al mover rápidamente los discos agujereados, era posible ver las sustancias en la oscuridad fracciones de segundo después de ser expuestas a la luz. Al ajustar la rapidez de giro de los discos, era posible calcular la duración de la luminosidad de las sustancias (Figura 2).

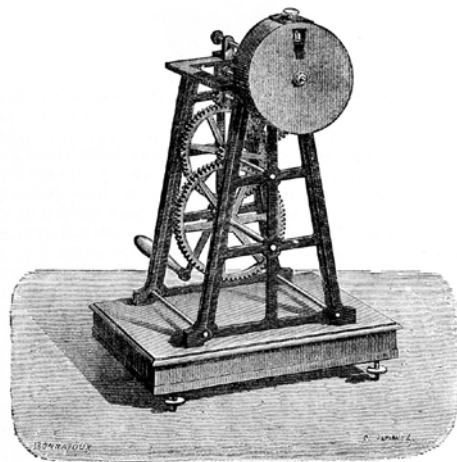


Figura 2. Fosforoscopio de Becquerel (1873).

Fosforoscopio de Becquerel de Max Kohl: El instrumento consta de un cuerpo central formado por una caja cilíndrica de 11.3 cm de diámetro y 5.2 cm de altura fabricado en latón con una barra dentro de una columna que cuenta con un trípode de hierro fundido. En la parte superior de la caja cilíndrica hay una abertura rectangular para introducir la muestra, en las bases del cilindro hay dos aberturas o rendijas alineadas que dan a las bases delantera y trasera, y en una de ellas está superpuesto el ocular. En el interior de la caja y cercanos a las bases de la caja cilíndrica hay dos discos paralelos que tienen una serie de aberturas o ventanas equiespaciadas que no están enfrentadas entre ambos discos. La apertura de la ranura en el disco trasero corresponde con el cierre de la ranura del disco delantero. Gracias a una manivela y un sistema de engranajes y ruedas dentadas, los discos interiores pueden girar a gran velocidad al estar montados en el mismo eje central (Figura 3).

ANTIGUOS INSTRUMENTOS DE LABORATORIO DE FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Se introduce un tubo con la sustancia a analizar por la ranura cuadrada de la parte superior de la caja de forma que queda entre los dos discos. Una de las aberturas de la caja se alinea con una fuente de luz, y con el ojo en el ocular se puede ver la sustancia a través de la otra abertura.

Las aberturas de los discos están posicionadas de manera que la sustancia de muestra no es visible cuando la luz incide, pero sí lo es con la fuente de luz oculta. Cuando los discos giran rápidamente, es posible observar fosforescencias muy breves cuya duración es del orden de magnitud del tiempo que transcurre entre una iluminación y la siguiente. Si el cuerpo estuviera dotado de fosforescencia, incluso de muy corta duración (centésimas de segundo o incluso menos), debería ser posible visualizarla. El mecanismo de rueda dentada permite un número determinado de revoluciones del disco por cada revolución completa de la manivela. Ajustando la velocidad de rotación y la cantidad de ventanas en los discos se puede verificar la duración de la fosforescencia. No se dispone del porta muestras ni de sustancias fluorescentes.



Figura 3. Fosforoscopio de Becquerel de Max Kohl

Material: Metal, latón.

Fecha de Fabricación: Max Kohl, en torno a 1900.

Fabricante: Max Kohl era un fabricante alemán que se especializaba en la producción de instrumentos científicos altamente precisos, destacando en los últimos años del siglo XIX y los primeros del XX. La empresa Max Kohl AG se enfocó en fabricar equipos educativos y de investigación para laboratorios de física, química y otras disciplinas científicas. Los instrumentos de Max Kohl eran famosos por su precisión y calidad, siendo utilizados en instituciones educativas y laboratorios de investigación científica en todo el globo. Dentro de su gama de productos de calidad se incluían los fosforoscopios, herramientas fundamentales para investigar la fosforescencia, un fenómeno en el que determinados materiales siguen emitiendo luz tras haber sido irradiados (Figura 4). El fosforoscopio de Becquerel, uno de los más famosos de su colección, facilitaba a los científicos la observación y medición del tiempo en el que los materiales fosforescentes continuaban emitiendo luz después de ser excitados. Junto con el fosforoscopio de Becquerel, Max Kohl también producía otros tipos de fosforoscopios, como el de Lenard, o el de Wheatstone, que empleaba una rueda giratoria para cambiar rápidamente entre la exposición a la luz y la observación de la fosforescencia, facilitando un análisis más minucioso y activo de este proceso.

ANTIGUOS INSTRUMENTOS DE LABORATORIO DE FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA



Figura 3. Página 520 (derecha) del antiguo catálogo de la empresa Max Kohl donde aparece el Phosphroscope after Becquerel (nº 54261) y Página 519 (izquierda) del mismo catálogo donde consta la Collection of Fluorescent Liquids también en la colección (Nº 11: OPTIC-02). No se conservan las sustancias fosforescentes de la página 510.

En el siglo XX la investigación y el desarrollo de materiales fosforescentes se amplían significativamente con el descubrimiento de compuestos como el sulfuro de zinc dopado con cobre y otros metales, que muestran propiedades fosforescentes. En la década de 1990 el descubrimiento de aluminatos de estroncio dopados con europio y disprosio lleva a materiales fosforescentes de alta eficiencia y larga duración, superando a los sulfuros tradicionales.

En la actualidad, la fosforescencia tiene aplicaciones en diversas áreas debido a su capacidad de emitir luz de manera sostenida tras la exposición a una fuente de radiación. En el campo de la seguridad y señalización proporciona visibilidad en condiciones de poca luz (señales de salida de emergencia, caminos de evacuación, marcadores en áreas públicas, etc.). En la industria automotriz y aeroespacial, los materiales fosforescentes son esenciales para los instrumentos de panel que deben ser visibles en la oscuridad. Además, en tecnología y electrónica, se emplean en pantallas de fósforo en monitores y televisores, mejorando la visibilidad y eficiencia. En el ámbito de la decoración y entretenimiento, se utilizan en relojes, juguetes y artículos decorativos que brillan en la oscuridad, creando efectos visuales atractivos. Finalmente, en textiles, se aplican en ropa y accesorios para aumentar la seguridad en condiciones de poca luz, como en ropa deportiva y equipos de seguridad. La durabilidad y eficiencia de estos materiales hacen que la fosforescencia sea una tecnología versátil y valiosa en múltiples sectores.

- <https://www.encyclopedia.com/science/dictionaries-thesauruses-pictures-and-press-releases/becquerel-alexandre-edmond>
- <https://museovirtual.csic.es/coleccion/amaniel/radiactividad/radio3.htm>
- <https://www.csn.es/documents/10182/914805/Protección%20radiológica>
- <https://nucleares.unam.mx/~bijker/subnuclear/Becquerel.pdf>