

Física General IV: Óptica

Práctico de Laboratorio N°10: Espectroscopio

Objetivo: Construcción de la curva de calibración del espectroscopio y medición de las longitudes de onda de algunos espectros característicos.

Introducción: Se acepta que los posibles estados de los electrones en los átomos están cuantizados; es decir, que sus energías sólo pueden tomar determinados valores discretos. Por lo tanto, todo cambio en la energía de los átomos se realizará mediante la absorción o emisión de cantidades discretas de energía electromagnética, la cual estará caracterizada por la frecuencia ν según la relación $\Delta E = h\nu$, donde h es la constante universal de Planck. Teniendo en cuenta que $c = \lambda\nu$, los procesos atómicos (debido a las transiciones electrónicas) estarán caracterizados por la absorción o emisión de radiación electromagnética con longitudes de onda λ definidas y características del particular elemento químico que se considere.

Resulta así que los gases monoatómicos excitados emiten *espectros de líneas*; esto es, un conjunto discreto de radiaciones monocromáticas. De los vapores moleculares se obtienen *espectros de bandas*, es decir espectros continuos a trozos, según se observa en instrumentos de baja resolución. Por otro lado, en los sólidos calentados hasta la incandescencia (como el filamento de tungsteno de las lámparas comunes), se observa un *espectro continuo* en el cual están presentes todas las longitudes de onda visibles, aunque no necesariamente con igual intensidad. Para el caso del espectro solar, y en general para la luz proveniente de cualquier estrella, se observa un *espectro de absorción*, es decir, el espectro continuo con algunas longitudes de onda ausentes, las cuales corresponden a las líneas características los elementos presentes en la atmósfera estelar (fotosfera).

El método óptico más antiguo para el estudio de los espectros corresponde a la dispersión de la luz con un prisma. El *espectroscopio* consta esencialmente de un prisma y dos tubos (ver Figura 1): un colimador (C) por el cual llega la luz de la fuente a observar al prisma, y un ocular (O) por donde se observa el espectro refractado por el prisma. El colimador tiene una ranura delgada de abertura

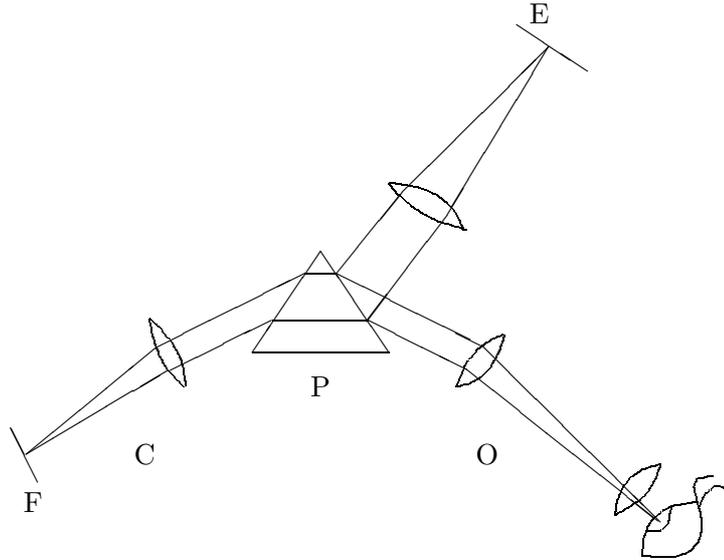


Figura 1: Diagrama esquemático de un espectroscopio de prisma.

regulable, colocada en el plano focal de la lente de entrada, de modo que el prisma es iluminado por un haz paralelo. Cada componente monocromática es desviada por el prisma un ángulo δ dado por

$$\delta(\lambda) = \phi - \alpha + \arcsen \left(\sen \alpha \sqrt{n(\lambda)^2 - \sen^2 \phi} - \sen \phi \cos \alpha \right), \quad (1)$$

donde α es la abertura del prisma. Teniendo en cuenta que todos los rayos inciden con el mismo ángulo ϕ , por ser paralelos, la desviación será función de la longitud de onda a través del índice de refracción del prisma. Es inmediato verificar que la desviación δ es una función no lineal de la longitud de onda. De esta manera, cada componente espectral emergerá del prisma como un haz paralelo, y por medio del ocular se observará como una imagen de distinto color de la ranura. Se tendrán así tantos colores como componentes cromáticas estén presentes en la luz utilizada.

Para poder referenciar las distintas imágenes de color observadas, el espectroscopio suele tener un tercer tubo, el cual proyecta una escala transparente sobre una cara del prisma la cual por reflexión se superpone con la imagen del espectro en el ocular. Un vez fijada la posición de la escala con respecto al colimador, las diferentes divisiones de la escala (en principio arbitrarias) se corresponderán con valores definidos de λ . Entonces, observando espectros conocidos se puede trazar la curva de calibración del espectroscopio, la cual indica para cada división de la escala la longitud de onda correspondiente.

Usualmente en los espectroscopio el prisma está ubicado en la posición correspondiente al ángulo de desviación mínima para la luz de sodio.

Desarrollo Experimental: Describir con detalle el espectroscopio utilizado, señalando el procedimiento empleado para su uso: disposición de los tubos y lámparas espectrales, abertura de la rendija de entrada, iluminación de la escala, etc.

Utilizar como fuentes espectrales tubos de Plücker, que consisten en tubos cerrados con gas del elemento de interés a presión del orden de 1 mm de mercurio. Los electrodos de los extremos se conectan al secundario de una bobina de inducción, cuya descarga eléctrica excita al gas, el cual así emite luz. Este método de generación de espectros se llama de *luminiscencia*.

Experiencia 1: Calibración de la Escala

Emplear al menos dos tubos de Plücker correspondientes a elementos cuyos espectros son conocidos (por ejemplo Hg y He) para calibrar la escala. Anotar el color de cada una de las líneas visualizadas, la longitud de onda correspondiente según valores de tabla y la división de la escala bajo la cual se observa. Con todas las líneas registradas confeccionar la tabla y la correspondiente curva de calibración (λ vs. div. de escala). Discutir el error de la calibración (posiblemente dividiendo en segmentos la curva de calibración).

Experiencia 2: Determinación de elementos a partir de su espectro

Emplear al menos otros dos tubos de Plücker diferentes a los empleados en la calibración para observar las líneas de emisión y determinar sus respectivas longitudes de onda utilizando la escala calibrada. Comparar las longitudes de onda medidas con valores de tabla.

Experiencia 3: Espectro de un tubo fluorescente

Utilizar como fuente de luz un tubo fluorescente. El espectro de estos tubos es continuo y es generado por la pintura fluorescente que recubre el interior del tubo. Esta pintura absorbe la radiación ultravioleta emitida por el vapor encerrado en el tubo y la devuelve en parte como radiación visible y parte en forma de calor. Superpuesto con el espectro continuo se destacan algunas líneas espectrales visibles más brillantes que corresponden también a los elementos del vapor encerrado. Medir las longitudes de onda de estas líneas y por comparación con valores de tabla averiguar que elemento predomina en el gas del tubo.

Tener en cuenta que algunas líneas espectrales no serán observadas por ser de baja intensidad, y no tener en consecuencia suficiente contraste con respecto al espectro continuo observado. Además pueden aparecer otras líneas, correspondientes a las asociaciones atómicas o iónicas, que no se encontrarán en las tablas elementales.

Experiencia 4: Espectro solar o de Fraunhofer

La observación sólo puede hacerse los días luminosos, con el espectroscopio junto a una ventana y con la rendija de entrada muy cerrada, procurando **no apuntar nunca directamente al sol**. Requiere acostumbramiento previo para observar bajo esas condiciones. Registrar todas las líneas ausentes y calcular sus respectivas longitudes de onda. Con la ayuda de tablas, identificar los elementos que contribuyeron al espectro de absorción.

Bibliografía:

J. S. Fernández y E. Galloni, *Trabajos Prácticos de Física*, “La Linea Recta”, Buenos Aires (1963).

Fa.M.A.F ©2005