

FISICA II

Trabajo Práctico N° 10:

Óptica Física II. Polarización

Conceptos básicos para el desarrollo del Trabajo Práctico:

- Mecanismos de polarización de la luz natural.
- Sustancias ópticamente activas.
- Principio de funcionamiento del polarímetro.

Preguntas guía:

- La luz natural ¿está polarizada?
- Para una onda con polarización lineal o plana, ¿cuál es la dirección de polarización? ¿y cuál es el plano de polarización?
- ¿Cuáles son los mecanismos para obtener luz polarizada linealmente? ¿Cómo puede usarse un polaroid para determinar si un haz de luz está polarizado?
- ¿Qué es una sustancia ópticamente activa? ¿Qué tipo de sustancias tienen esta propiedad? Relación entre ángulo rotado y concentración de una solución ópticamente activa.
- Principio de funcionamiento del polarímetro.

Objetivo 1:

Analizar los mecanismos de producción de luz linealmente polarizada.

Materiales:

- Banco óptico, soportes y adaptadores de altura
- Filtros Polaroid®
- Cristal de calcita
- Portaobjetos de vidrio
- Láser He-Ne no polarizado
- Disco de Hartl

Método:

- *Dicroísmo:* Se utilizan dos trozos de Polaroid®, se verifica que polarizan la luz y que pueden ser usados indistintamente como polarizador y analizador.
- *Birrefringencia:* Se coloca un cristal de calcita sobre cualquier objeto plano (ej letras negras en un papel blanco) y se ve la doble imagen (rayos ordinario y extraordinario). Se gira el cristal, y se observa que una imagen no se desplaza (rayo ordinario) y la otra sí (rayo extraordinario). Se analiza la polarización de ambos rayos con un Polaroid® y se verifica que están linealmente polarizados con sus planos de polarización a 90°.
- *Reflexión:* Se coloca un portaobjeto (índice de refracción $n \sim 1.5$) en posición vertical sobre un disco de Hartl ubicado en el banco óptico. Se dirige el haz de un láser de He-Ne no polarizado de tal forma que incida con un ángulo próximo al ángulo de Brewster (*¿cómo lo calcula?*). Se observa con un Polaroid® que el haz reflejado está polarizado linealmente. (*¿Cuál es el plano de incidencia en este caso? ¿Cómo podría mostrar que la polarización del haz reflejado es s , o sea, en la dirección perpendicular al plano de incidencia?*) Se repite la operación con una pila de portaobjetos: en este caso se comprueba además que el haz transmitido está parcialmente polarizado.
- *Dispersión:* Se colocan unas gotas de leche en polvo en una cuba con agua y se la ilumina con un haz de láser de He-Ne. Se mira el haz en la cuba con un Polaroid® desde arriba (luz dispersada a 90°) y se observa que el haz dispersado en esa dirección está polarizado linealmente.

Resultados y discusión

Se realizan los esquemas correspondientes junto con una breve explicación de lo observado en relación al objetivo.

Objetivo 2:

Determinar la concentración de una solución incógnita ópticamente activa mediante una curva de calibrado, y calcular su poder rotatorio específico.

Materiales:

- Polarímetro de Laurent
- Soluciones acuosas de sacarosa
- Fuente de luz de Na.

Método:

- Se llena el tubo del polarímetro con agua destilada. Se mueve el analizador hasta que el campo quede uniformemente iluminado y se realiza la lectura del ángulo en la escala graduada.
- Se preparan diluciones a partir de una solución madre de sacarosa (sustancia ópticamente activa) de 200 g/l. Se llena el tubo con la solución de sacarosa más diluida, se gira el analizador hasta encontrar igual iluminación y se realiza la nueva lectura. Se repite la operación con el resto de las diluciones.
- Se construye la curva $\alpha = f(C)$ y se mide la longitud del tubo. Se mide además el ángulo rotado para una solución de sacarosa de concentración incógnita.

Resultados y discusión

Imprima la curva de calibrado con el ajuste. Exprese correctamente los parámetros de ajuste e identifique qué representa cada uno.

Informe el poder rotatorio específico de la sacarosa con su error. A partir de los datos del manual CRC, evalúe la exactitud del resultado.

Informe correctamente el resultado de la concentración de la solución incógnita de sacarosa.

Bibliografía

- CRC. Handbook of Chemistry and Physics, 67th Ed, 1987.
- Gettys, E.; Keller, F. y Skove, M. Física Clásica y Moderna (Versión española). McGraw-Hill/Interamericana de España S. A., 1991.
- Noller, C. Química Orgánica de los Compuestos Orgánicos, 3ra. Ed.. Bs. As. El Ateneo, 1979.
- Skoog, D. Análisis Instrumental. 2da. Edición, Méjico, Interamericana, 1986.

Anexo

Sustancias ópticamente activas.

Tienen la propiedad de rotar el plano de polarización cuando sobre ellas incide luz linealmente polarizada. Ej: moléculas quirales, cristales con simetría especial.

Las ondas linealmente polarizadas que inciden sobre soluciones de sustancias ópticamente activas rotan su plano de polarización según:

$$\alpha = (\alpha_D^T) \cdot l \cdot C$$

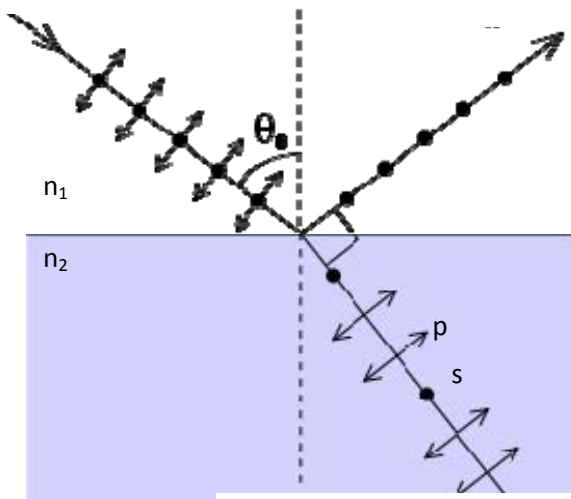
donde α es el ángulo de rotación observado, α_D^T es la rotación específica (o poder rotatorio específico) de la sustancia en condiciones normales ($T=20^\circ\text{C}$ y luz correspondiente a la línea D del sodio), l es la longitud atravesada por la luz en dm (espesor del material ópticamente activo), y C es la concentración de la muestra en g/ml.

Ángulo de Brewster

Haz no polarizado que incide en ángulo de Brewster

Haz reflejado (totalmente polarizado s)

Ángulo de Brewster cumple:
 $\text{tg } \theta_B = n_2/n_1$



Polarización s: dirección de polarización **perpendicular** al plano de incidencia

Polarización p: dirección de polarización **paralela** al plano de incidencia.

Cuando la luz incide en el ángulo de Brewster, el haz reflejado forma un ángulo de 90° con el refractado

Haz refractado (parcialmente polarizado, predomina polarización **p**)