



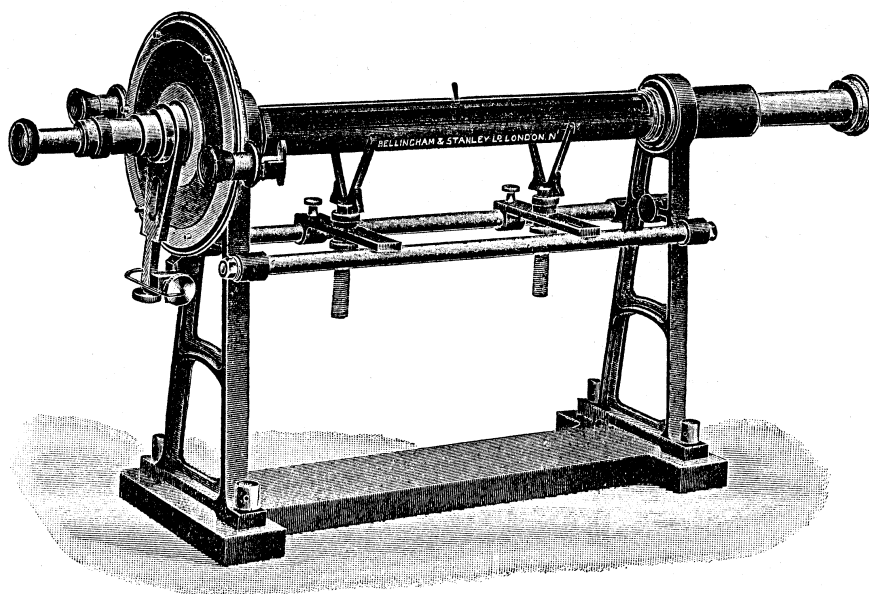
Bellingham + Stanley Technical Bulletin

Boletín n.º P001E

Título: Polarimetría y polarímetros: una explicación sencilla

Los polarímetros son instrumentos ópticos para medir la rotación o el giro de la luz. Los laboratorios industriales y académicos usan los polarímetros para una variedad de fines, desde el simple control de calidad hasta la investigación fundamental de estructuras químicas complejas.

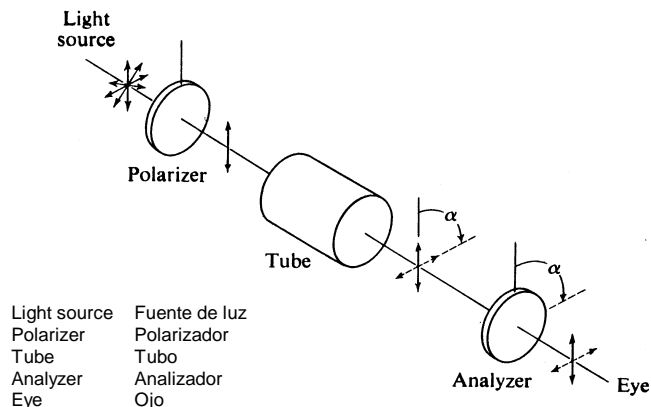
Durante más de 80 años, Bellingham + Stanley ha diseñado y fabricado polarímetros de gran calidad.



Principios de la polarimetría

La luz polarizada es aquella que ha pasado a través de un "polarizador," que fuerza ondas electromagnéticas aleatorizadas hacia un plano. Cuando esta luz polarizada en un plano pasa a través de una sustancia ópticamente activa (por ejemplo, una solución de una sustancia química ópticamente activa), el PLANO de polarización se gira en una cantidad que es característica de la sustancia examinada. Los polarímetros detectan la posición del PLANO y la comparan con su posición original siendo la diferencia la rotación, que se expresa normalmente en grados angulares ($^{\circ}$ A).

Se coloca un tubo de muestra que contiene el líquido (solución) examinado entre dos elementos polarizantes (tira polaroide o cristal de calcita). El primer elemento, el polarizador, polariza la luz antes de que pase a través de la muestra. El segundo elemento, el analizador, puede girarse para contrarrestar cualquier rotación por la muestra y, por tanto, localiza la posición angular resultante del plano de la luz y, por lo tanto, la cantidad de rotación causada por la muestra.



En la industria del azúcar, la rotación se expresa sobre una escala diferente, llamada Escala Internacional del Azúcar (ISS en sus siglas inglesas), que se denota como °Z. Los polarímetros que se han diseñado para su uso específicamente en la industria del azúcar se conocen como sacarímetros.

Actividad óptica

Sólo ciertas sustancias químicas tienen actividad óptica; el origen de esta es un campo complejo de la química y, en realidad, no es necesario dominarlo para apreciar la polarimetría básica. Un ejemplo de una molécula ópticamente activa es un azúcar. El agua y otros disolventes comunes que son ópticamente activos y, por lo tanto, cuando se preparan soluciones, la sustancia química ópticamente activa (por ejemplo, el azúcar en el agua) es la que causa rotación, no el disolvente.

Rotación y rotación específica

La rotación es una función lineal de la concentración tanto de la sustancia examinada como de la longitud de la vía de la solución (= longitud del tubo). Por lo tanto, al duplicar la concentración se duplicará la rotación angular; al duplicar la longitud del tubo también se duplicará la rotación.

Las mediciones de la rotación óptica pueden emplearse para determinar la concentración y/o la pureza de una sustancia, o simplemente para detectar la presencia de una sustancia química ópticamente activa en una mezcla.

La rotación específica de una sustancia química es simplemente una rotación angular obtenida en condiciones de medición estándar: concentración, longitud del tubo, temperatura y longitud de onda. La mayoría de las rotaciones específicas tiene como referencia la longitud de onda del sodio, de 589 nm. La rotación específica es una característica única de una sustancia química y, desde luego, puede ser cualquier ángulo; a menudo tiene una magnitud superior a $\pm 90^\circ$. A continuación, se ofrecen varias definiciones de rotación específica.

Cálculo de la rotación específica (líquidos y soluciones ópticamente activos)

$$[\alpha]_{\lambda}^t = \frac{\alpha}{10 \times l \times c}$$

o

$$[\alpha]_{\lambda}^t = \frac{\alpha}{10 \times l \times d \times p}$$

Donde:

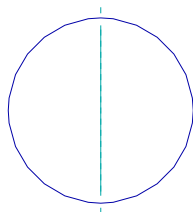
- α Es la rotación óptica corregida.
- $[\alpha]_{\lambda}^t$ Es la rotación específica a una temperatura de t °C en la luz polarizada de longitud de onda λ .
- l** Es la longitud del tubo del polarímetro en metros.
- d** Es la densidad relativa del líquido o solución a 20 °C.
- c** Es la concentración del soluto expresada en gramos por ml de solución.
- p** Es la concentración del soluto expresada en gramos por gramo de solución.

Longitud de onda

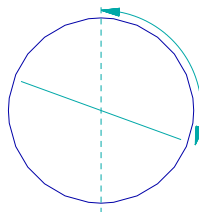
La longitud de onda del sodio, de 589 nm, es, con mucho, la fuente luminosa más común que se usa en la polarimetría; la mayoría de los métodos experimentales y los datos publicados se basan en esta longitud de onda. Otra fuente popular es el mercurio, con una longitud de onda de 546 nm; existe cada vez un mayor interés por la longitud de onda del infrarrojo cercano, de 880 nm, debido a su capacidad para penetrar las muestras que absorben muestras oscuras y con colores intensos que absorben luz.

Intervalo angular: ambigüedad

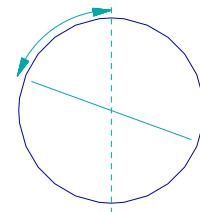
Los polarímetros sólo pueden detectar la posición del PLANO de luz antes de entrar en la muestra y después de transmitirla a través de la muestra. La diferencia angular (= rotación) puede proporcionar un resultado ambiguo porque una rotación positiva, por ejemplo, de 110° , es la misma posición del PLANO que una rotación negativa de -70° . Por lo tanto, una muestra con una rotación de $+110^\circ$ mostrará -70° en el intervalo de grados predeterminado (véase el diagrama).



Rotación de 0°



Rotación de $+110^\circ$



Rotación de -70°

El instrumento no puede decidir por sí solo cuántas veces el plano ha pasado por la posición de referencia de 180° a lo largo de la longitud de la vía de la muestra. Depende del usuario conocer el intervalo (segmento angular) en el que se situará el resultado preparar el experimento para establecer la rotación absoluta. Por esta razón, con polarímetros digitales automáticos como el B+S ADP 220, el usuario debe seleccionar el intervalo angular de medición, conociendo (aproximadamente) dónde se situará la lectura.

En el caso de rotaciones angulares grandes (magnitud superior a $\pm 90^\circ$), es habitual que el usuario varíe sistemáticamente la concentración (o longitud del tubo) y mida las rotaciones correspondientes. De esta manera, es posible determinar la diferencia entre una rotación de $+270^\circ$ y $+90^\circ$. Desde luego, con los polarímetros manuales o semiautomáticos, es posible visualizar el círculo completo de $\pm 180^\circ$. El resultado continúa siendo ambiguo, pero el usuario puede seleccionar uno de los dos puntos de la escala circular o tambor rotatorio, lo que resulte adecuado. El instrumento no decide cuál es la posición correcta; es el usuario quien lo hace.

Con polarímetros completamente automáticos, es habitual proporcionar una visualización de $\pm 90^\circ$. Luego, el usuario debe decidir si continúa experimentando con concentraciones o longitudes del tubo para investigar la magnitud de la rotación. Así pues, cuando se visualiza una lectura de 45° , puede que el usuario deba añadir 180° , sabiendo que la rotación absoluta es de 225° (en este caso, una dilución del quintuplo continuará dando una lectura de 45°).

Uso de los polarímetros

Los técnicos con conocimientos y experiencia variada con la técnica usan los polarímetros para muchos fines. En algunas aplicaciones de control de calidad, es posible que el usuario no conozca a fondo los principios de la polarimetría o, tal vez, que no tenga una apreciación científica real y simplemente siga un procedimiento estándar de laboratorio y registre las mediciones de acuerdo con ello.

En otras aplicaciones, por ejemplo, investigación y desarrollo, puede que sea necesario que el usuario conozca bien los principios y que esté en posición de investigar las propiedades ópticas de los materiales examinados, posiblemente por primera vez.

Figures