

N Interferómetro de Michelson II

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN DEL VIDRIO.

- Determinación del índice de refracción del vidrio.
- Valoración de la calidad de superficie de una cinta adhesiva.

UE403045

09/08 JS

FUNDAMENTOS GENERALES

El interferómetro de Michelson se puede utilizar para mediciones interferométricas, como por ejemplo para medir cambios de la longitud, de espesores de capas o de índices de refracción, porque reacciona sensiblemente a cambios del camino óptico de un haz parcial. Si el camino geométrico se mantiene constante, se puede determinar un índice de refracción o su correspondiente variación debida a cambios de presión, temperatura o densidad.

Dependiendo de si se alarga o acorta el camino óptico, aparecen o desaparecen franjas de interferencia en el centro del cuadro de interferencia. Entre el cambio del camino óptico Δs y la longitud de onda λ de la luz se tiene la siguiente relación:

$$(1) \quad 2 \cdot \Delta s = m \cdot \lambda,$$

En esta relación, el número entero positivo o negativo m , indica el número de franjas de interferencia que aparecen o desaparecen en la pantalla de observación.

Si una placa de vidrio se coloca inclinada en el paso de un haz parcial, el camino óptico se cambia según la expresión

$$(2) \quad \Delta s(\alpha) = \frac{d}{\cos \beta} \cdot (n - \cos(\alpha - \beta))$$

d : Espesor de capa, n : Índice de refracción, α : Ángulo

En esta expresión, el ángulo de incidencia α y el ángulo de refracción β dentro de la placa de vidrio se encuentran relacionados entre sí por medio de la ley de Snell.

$$(3) \quad \sin \alpha = n \cdot \sin \beta$$

Si al principio la placa de vidrio se encuentra perpendicular al rayo, y luego se gira en un ángulo α con respecto a esa posición, el camino óptico cambia según la expresión:

$$(4) \quad \Delta s = \Delta s(\alpha) - \Delta s(0) = \frac{d}{\cos \beta} \cdot (n - \cos(\alpha - \beta)) - d \cdot (n - 1)$$

Por medio de esta mínima modificación, el interferómetro de Michelson se convierte en uno de Twyman-Green, con el cual se puede determinar la calidad de las superficies de componentes ópticas. Normalmente se conoce un interferómetro de Twyman-Green como aquel en el cual el rayo de luz (de Láser) se ensancha y se hace paralelo. Para el entendimiento cualitativo del principio funcional se puede aplicar un rayo de luz ensanchado y no necesariamente paralelo.



Fig.1: Montaje experimental para la medición del índice de refracción con un interferómetro de Michelson

LISTA DE EQUIPOS

1	Interferómetro	U10350
1	Juego complementario para el interferómetro	U10351
1	Láser de He - Ne	U21840

MONTAJE

Observación: La altura requerida para el rayo de luz por encima de la mesa de trabajo debe ser de 60 a 62 mm.

- Se coloca el interferómetro lo más horizontalmente posible sobre una mesa estable.
- Por medio del alargamiento hexagonal se monta el Láser sobre su soporte y se coloca lo más recto posible enfrente de la lente de ensanchamiento del rayo.
- Se retiran el espejo fijo y el divisor de rayo.
- Se afloja el tornillo moleteado de la lente de ensanchamiento y se saca la lente de ensanchamiento del paso del rayo.
- Se ajusta el Láser de tal forma que el rayo incida en el centro del espejo móvil y el mismo sea reflejado y vuelva a incidir en el Láser.
- Para hacer una prueba se intercala la lente de ensanchamiento en medio del paso del rayo y se corrige para que ésta sea alcanzada por el rayo en su centro.
- A continuación vuelve a retirar la lente del paso del rayo.
- Se monta el espejo fijo y se ajusta con los tornillos de ajuste para que la distancia entre la placa portadora del espejo y el propio portador sea igual en todas direcciones y se mantenga entre 5 y 6 mm.
- Se monta el divisor de rayo así que su lado reflejante, caracterizado con un triángulo, esté orientado hacia la división angular, y para que los dos puntos más claros sobre la pantalla se observación se encuentren lo mejor posible sobre una línea vertical.
- Se ajusta el espejo fijo para que los dos puntos más claros sobre la pantalla coincidan.
- Se vuelve a intercalar la lente de ensanchamiento en el paso del rayo y se enclava con tornillo en la posición en la cual la sección más clara del cuadro se encuentre en el centro de la pantalla.
- Se inclina la pantalla en dirección vertical así que el observador pueda ver un cuadro claro.
- Se hace un ajuste ulterior del espejo, para mantener los anillos de interferencia en el centro de la pantalla.

EJECUCIÓN

Determinación del índice de refracción del vidrio:

- Se coloca la placa de vidrio con el soporte giratorio en rayo parcial delantero.
- Se corrige levemente el espejo ajustable para que los anillos de interferencia se encuentren en el centro de la pantalla.
- La placa de vidrio se gira en vaiven mínimo alrededor del 0° , para determinar el ángulo α_0 , en el cual se encuentra el paso de aparición o desaparición de anillos de interferencia.
- Ajustando mínimamente el divisor de rayo se lleva el ángulo α_0 lo más cerca posible de 0° .
- Partiendo del ángulo α_0 se gira lentamente la placa de vidrio con mucho cuidado y al mismo tiempo se cuenta el número m de anillos que desaparecen.

Interferómetro de Twyman-Green para valorar la calidad de la superficie de una cinta adhesiva:

- La placa de vidrio junto con su soporte giratorio se coloca en el rayo parcial delantero, siguiendo las instrucciones de uso, de tal forma que también incida en la cinta adhesiva sobre la placa de vidrio.
- Se ajusta el espejo levemente, para que los anillos de interferencia se mantengan en el centro de la pantalla.

EJEMPLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Determinación del índice de refracción del vidrio:

Tab. 1: Número m de anillos de interferencia generados y la diferencia de camino calculada con ellos.

α	m	$m \lambda / \mu\text{m}$
$0,0^\circ$	0	0
$5,0^\circ$	20	13
$7,8^\circ$	40	25
$9,2^\circ$	60	38
$10,9^\circ$	80	51
$12,0^\circ$	100	63
$13,6^\circ$	120	76
$14,6^\circ$	140	89
$15,8^\circ$	160	101
$17,0^\circ$	180	114
$17,9^\circ$	200	127
$18,6^\circ$	220	139
$19,4^\circ$	240	152
$20,0^\circ$	260	165

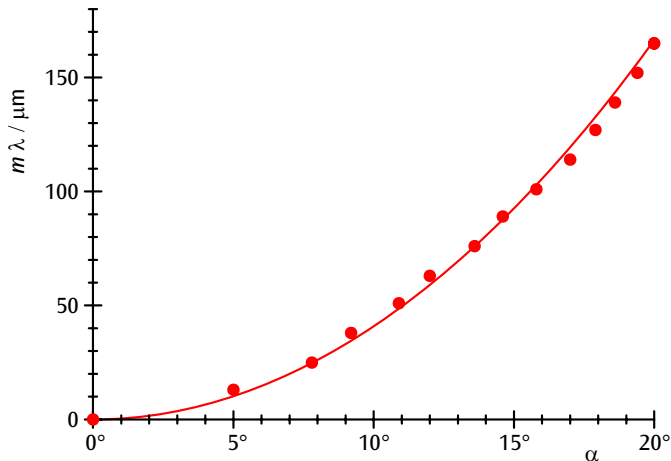


Fig. 2: Diferencia de camino determinada contando los anillos de interferencia de una placa de vidrio inclinada en un ángulo α en dependencia con el valor del ángulo α .

En la Fig. 2 se encuentra representada la diferencia de camino calculada a partir del conteo de los anillos de interferencia que aparecen o desaparecen con una placa de vidrio inclinada en ángulo α en dependencia con el valor del ángulo. Para el cálculo de la diferencia de camino con el número de anillos de interferencia se aplicó la longitud de onda de $\lambda = 632,8 \text{ nm}$ del Láser de He-Ne.

La curva dibujada en la Fig. 2 se calculó con expresión (4) para un espesor de $d = 4 \text{ mm}$ y un índice de refracción de $n = 1,5$.

Interferómetro de Twyman-Green para valorar la calidad de la superficie de una cinta adhesiva:

Al lado derecho de la pantalla de observación se tienen anillos de interferencia espaciados regularmente. Al contrario, al lado izquierdo los anillos están deshechos y parcialmente en los sectores que debían ser oscuros se observan puntos claros y viceversa.

Como cambios mínimos del espesor de la capa ya conducen al desplazamiento de los anillos de interferencia, resulta casi evidente que la distorsión de los anillos se debe a la superficie accidentada de la cinta adhesiva.

