

# El índice de refracción. Cálculo con un microscopio

# 16

Tiempo: 1 h

Edad: ESO / Bachillerato

El índice de refracción de un material,  $n$ , es una magnitud física adimensional, característica de cada material, que indica cómo se propaga la luz al pasar de un medio a otro.

Su valor permite cuantificar la velocidad de la luz en ese material mediante la expresión:

$$n = c/v \quad (1)$$

Siendo:

- $n$  el índice de refracción del material.
- $c$  la velocidad de la luz en el vacío ( $\approx 3 \times 10^8$  m/s).
- $v$  la velocidad de la luz en el material.

En el vacío  $n = 1$  lo que significa que en cualquier otro medio material el índice de refracción será siempre mayor que 1.

# El índice de refracción. Cálculo con un microscopio

# 16

¿Qué valores toma el índice de refracción?

La respuesta es ... depende. Depende de con que "luz" la estemos calculando.

Por ejemplo:

## Para luz visible

- Aire:  $n \approx 1.0003$
- Agua:  $n \approx 1.33$
- Vidrio:  $n \approx 1.50$
- Diamante:  $n \approx 2.42$

## Para luz infrarroja

- Silicio:  $n \approx 3.45$
- Germanio:  $n \approx 4.01$

La variación del índice de refracción de un material con la longitud de onda se llama *dispersión cromática*.

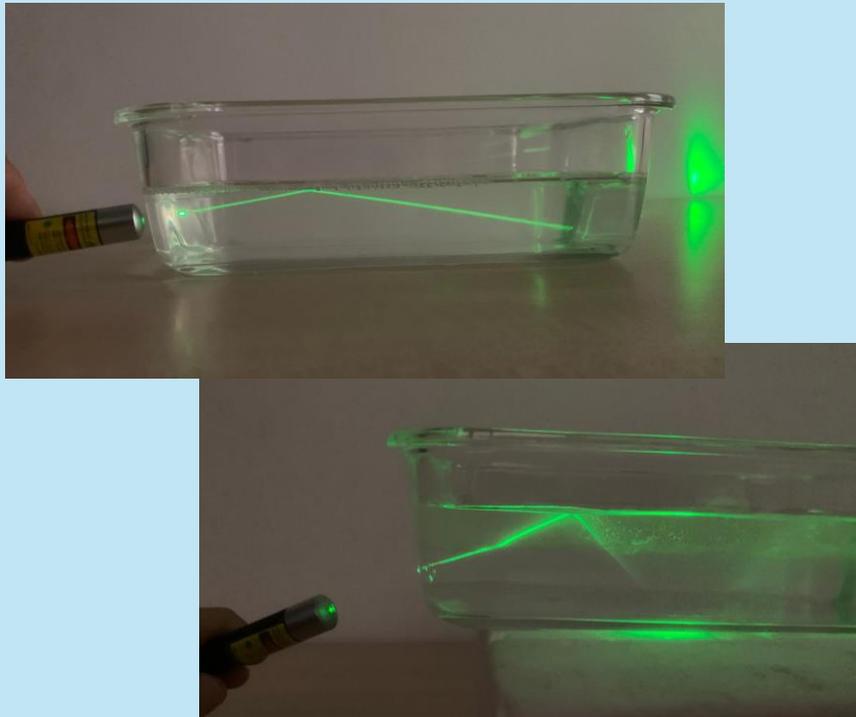


Ejemplo de dispersión cromática en un prisma.

# El índice de refracción. Cálculo con un microscopio

# 16

Además, cuando un rayo de luz se propaga entre dos medios con índices de refracción diferentes se produce un fenómeno llamado refracción de la luz, por el que la luz cambia su dirección de propagación.



Ejemplo de la refracción de la luz en agua, hidrogel y aire.



Ejemplo de la refracción de la luz en agua y aire.

# El índice de refracción. Cálculo con un microscopio

# 16

Al observar un objeto a través de dos medios con índices  $n_1$  y  $n_2$  se produce un cambio en el tamaño aparente y en la posición axial.

Utilizando óptica geométrica, en aproximación paraxial se puede determinar que el cambio en la posición axial de un objeto al observarlo a través de un medio de índice  $n_2$  es:

$$\Delta Z = e \left( 1 - \frac{n_1}{n_2} \right) \quad (2)$$

Siendo:

- $\Delta Z$  la variación en la posición axial.
- $e$  el espesor del medio de índice  $n_2$ .

Despejando  $n_2$  se tiene que:

$$n_2 = \frac{n_1}{1 - \Delta Z/e} \quad (3)$$

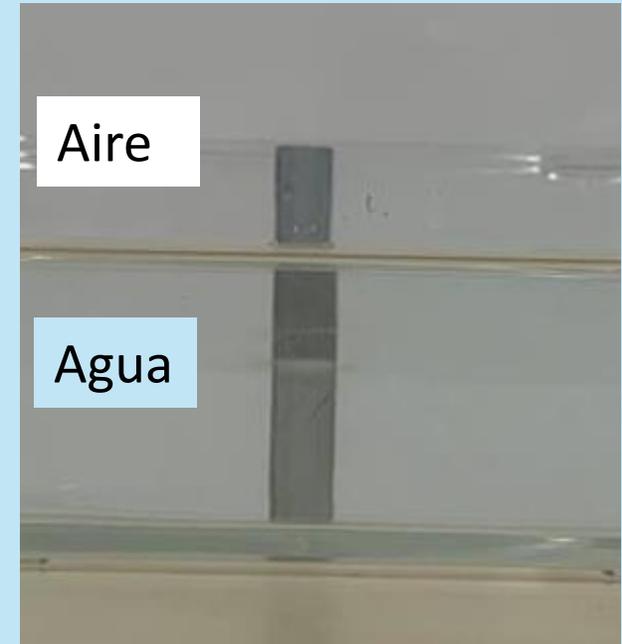


Imagen de un objeto al observarlo en aire y en agua.

## Material

- 1 microscopio.
- 1 calibre.
- 1 Objeto de referencia (regla de calibración).
- 1 Material a medir (portaobjetos).

## Seguridad

Totalmente seguro.

## Residuos

No se generan residuos.

# 16



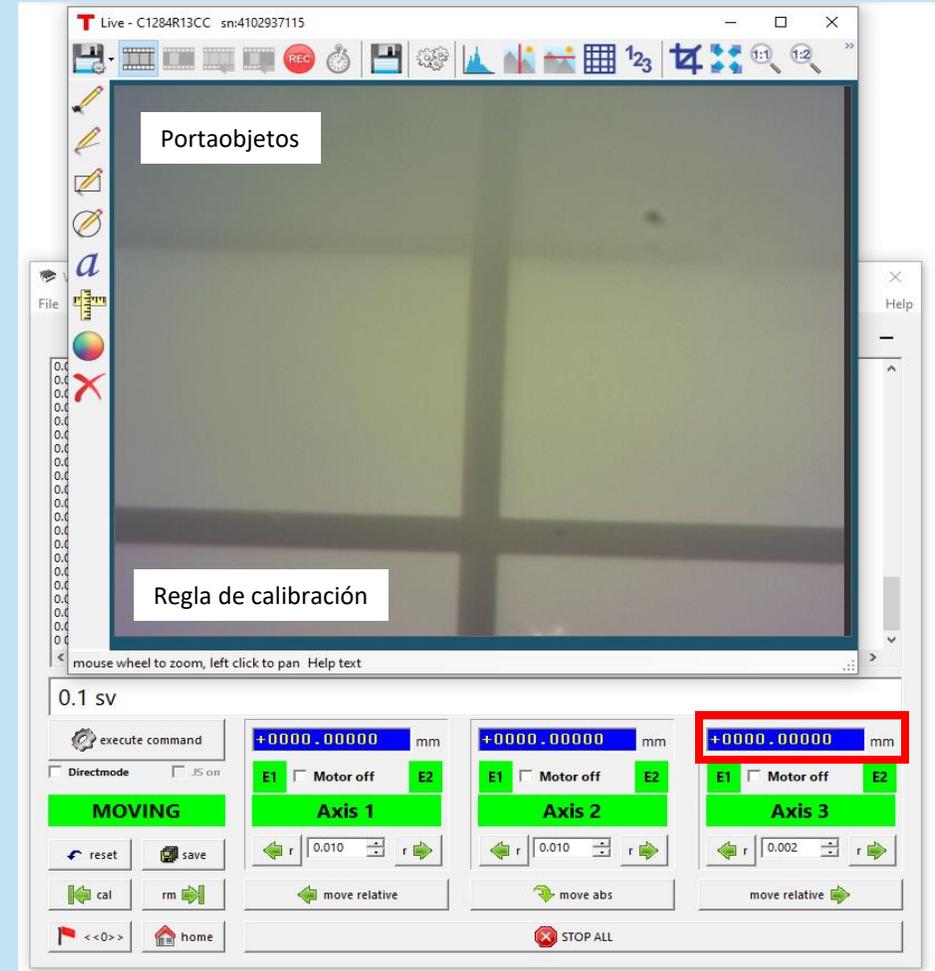
Material necesario para la demostración.

# Procedimiento experimental

# 16

## Cálculo del índice de refracción del portaobjetos

- Medimos con el calibre el espesor del portaobjetos ( $e=1\text{ mm}$ ).
- Situamos el portaobjetos sobre nuestro objeto de referencia, en este caso la regla de calibración, y observamos con el microscopio la frontera entre el portaobjetos y la regla de calibración.
- Enfocamos la regla de calibración y anotamos esa posición del tornillo micrométrico del microscopio. Si el microscopio es motorizado y lo permite, hacemos reset en el eje Z.



# Procedimiento experimental

# 16

4 ➤ Enfocamos la regla de calibración observándola a través del portaobjetos y anotamos la posición que marca el tornillo micrométrico del microscopio. Si el microscopio es motorizado y lo permite, anotamos la posición que indica la diferencia en el eje Z.

5 ➤ En este caso se tiene:

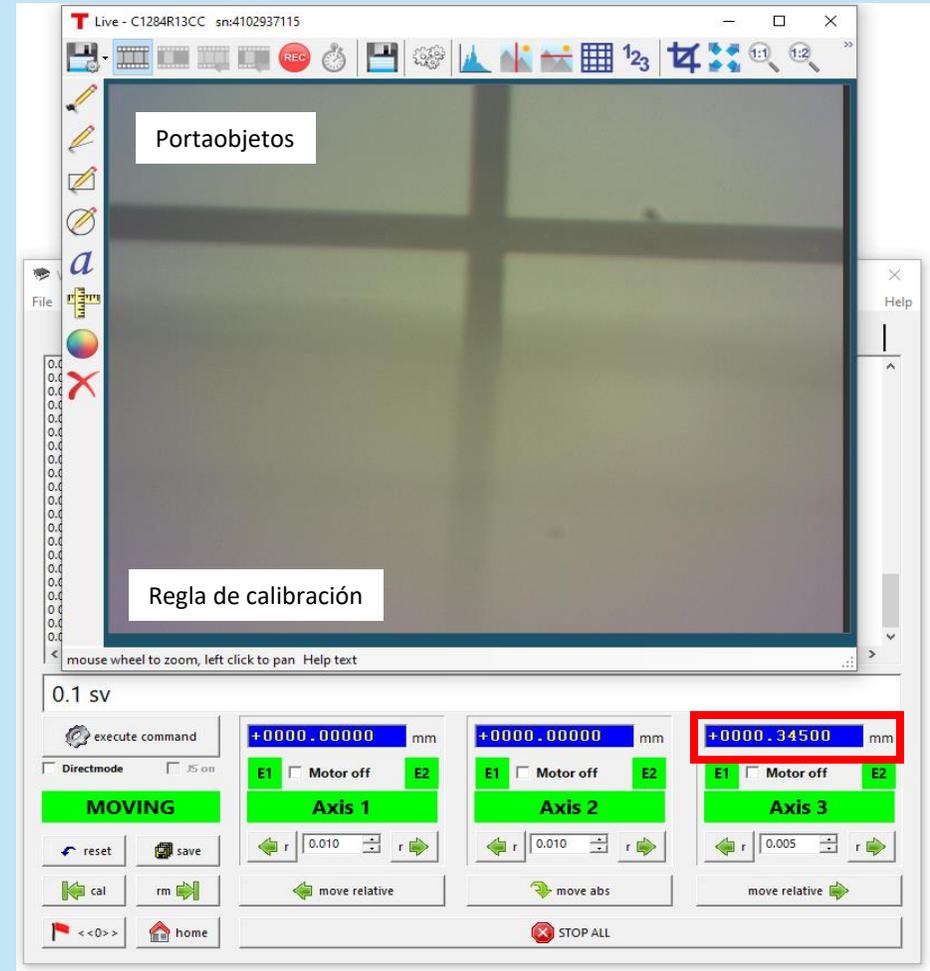
- $\Delta Z$ : 0.345 mm.
- $e$ : 1 mm.
- $n_1 = 1$  (aire).

➤ Sustituyendo en la ecuación (3) se tiene que:

- $n_2 = 1.53$

Teniendo en cuenta que el portaobjetos es de vidrio el valor obtenido es muy preciso.

\* Recuerda que hay que hacer varias medidas para obtener el valor promedio y la desviación estándar



1. ¿El índice de refracción es siempre positivo?
2. ¿Qué limitaciones tiene esta técnica en cuanto al espesor de la muestra?
3. ¿Dependerá la precisión del valor que obtengamos de la apertura numérica del objetivo que usemos en el microscopio?
4. Si utilizo luz verde o luz azul para calcular el índice, ¿el valor obtenido será igual, menor o mayor?
5. ¿Qué aplicaciones tecnológicas se te ocurren para las que sea importante conocer el índice de refracción de un material?



<https://materland.sociemat.es/>



Proyecto FCT-20-15783 con la colaboración de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) Ministerio de Ciencia e Innovación