

Prisma óptico

Fundamento

Un medio material transparente que esté limitado por dos caras planas que forman entre sí un ángulo diedro, constituye un prisma óptico. Si el prisma se introduce en un medio material diferente, resulta que el espacio queda dividido en tres secciones, la primera, a la izquierda de la primera cara, la segunda, la del prisma, y la tercera, a la derecha de la segunda cara.

Si sobre el prisma incide un rayo luminoso, éste penetra en el prisma y luego lo abandona por la otra cara. La figura 1a es un esquema del proceso y la fotografía de la figura 1b corresponde a un proceso real. El ángulo que forma el rayo incidente con la normal N_1 se llama ángulo de incidencia i , el que forma el rayo emergente con la normal N_2 se denomina ángulo de emergencia y el que forma el rayo incidente con el emergente se llama ángulo de desviación δ .

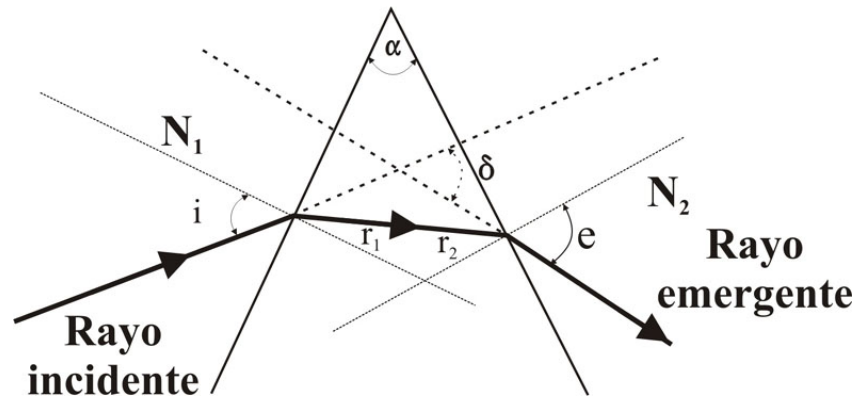


Fig. 1a

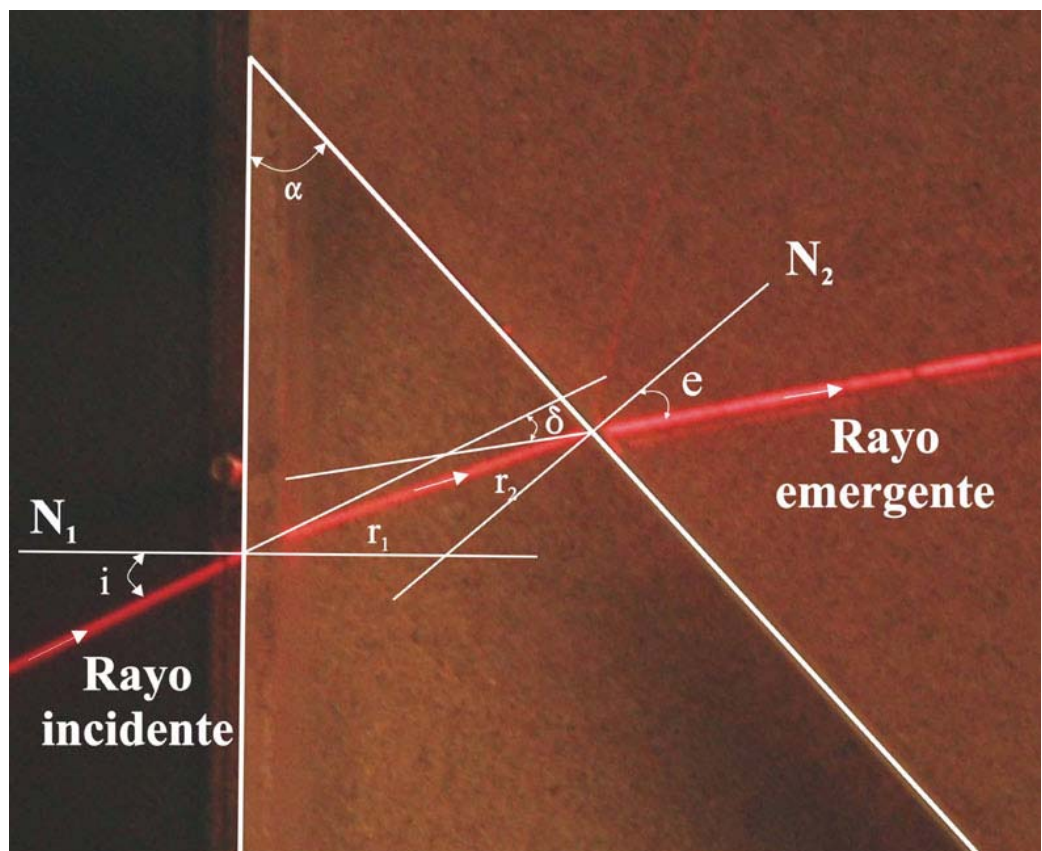


Fig. 1b

El ángulo diedro del prisma, que en proyección plana es el ángulo α de la figura 1a, es el denominado ángulo del prisma; r_1 es el refractado del incidente i ; y r_2 es el incidente cuyo refractado es el emergente e . Con la letra n se designa al índice de refracción relativo del prisma respecto del medio exterior.

Vamos a relacionar el ángulo de incidencia con el de emergencia.

$$\text{sen } i = n \text{ sen } r_1 \quad (1) \quad ; \quad n \text{ sen } r_2 = \text{sen } e \quad (2)$$

Si observamos la figura 1a deducimos que: $\alpha = r_1 + r_2$, sustituyendo en la ecuación (2)

$$n \text{ sen}(\alpha - r_1) = \text{sen } e \quad \Rightarrow \quad n[\text{sen}\alpha \text{ cos } r_1 - \text{cos}\alpha \text{ sen } r_1] = \text{sen } e \quad (3)$$

$$\text{De la ecuación (1)} \quad \text{sen } r_1 = \frac{\text{sen } i}{n} \quad \Rightarrow \quad \text{cos } r_1 = \sqrt{1 - \text{sen}^2 r_1} = \sqrt{1 - \frac{\text{sen}^2 i}{n^2}}$$

Llevando estas últimas ecuaciones a la (3)

$$n \left[\text{sen } \alpha \sqrt{1 - \frac{\text{sen}^2 i}{n^2}} - \text{cos}\alpha \frac{\text{sen } i}{n} \right] = \text{sen } e \quad \Rightarrow \quad \text{sen } \alpha \sqrt{n^2 - \text{sen}^2 i} - \text{cos } \alpha \text{ sen } i = \text{sen } e$$

Finalmente

$$e = \text{arco seno} \left[\text{sen}\alpha \left(\sqrt{n^2 - \text{sen}^2 i} \right) - \text{cos}\alpha \text{ sen } i \right] \quad (4)$$

La ecuación (4) establece una relación explícita entre el ángulo de emergencia y el de incidencia si se conoce el ángulo del prisma y el índice de refracción relativo del prisma respecto del medio exterior.

A partir de la figura 1a deducimos una relación para el ángulo de desviación

$$\delta = (i - r_1) + (e - r_2) = i + e - \alpha \quad (5)$$

En este experimento mediremos el ángulo del prisma α y en distintas fotografías los ángulos de incidencia, emergencia y desviación y compararemos estos valores experimentales con los que proporcionan las ecuaciones (4) y (5). Para medir los ángulos es necesario trazar las normales a las dos caras del prisma, para facilitar esta labor el prisma aparece dibujado su contorno de color blanco.

El ángulo de desviación tiene un mínimo que ocurre cuando el ángulo de incidencia es igual al de emergencia. Para este caso, de las ecuaciones (1) y (2) se deduce que $r_1 = r_2 = r$, y por consiguiente

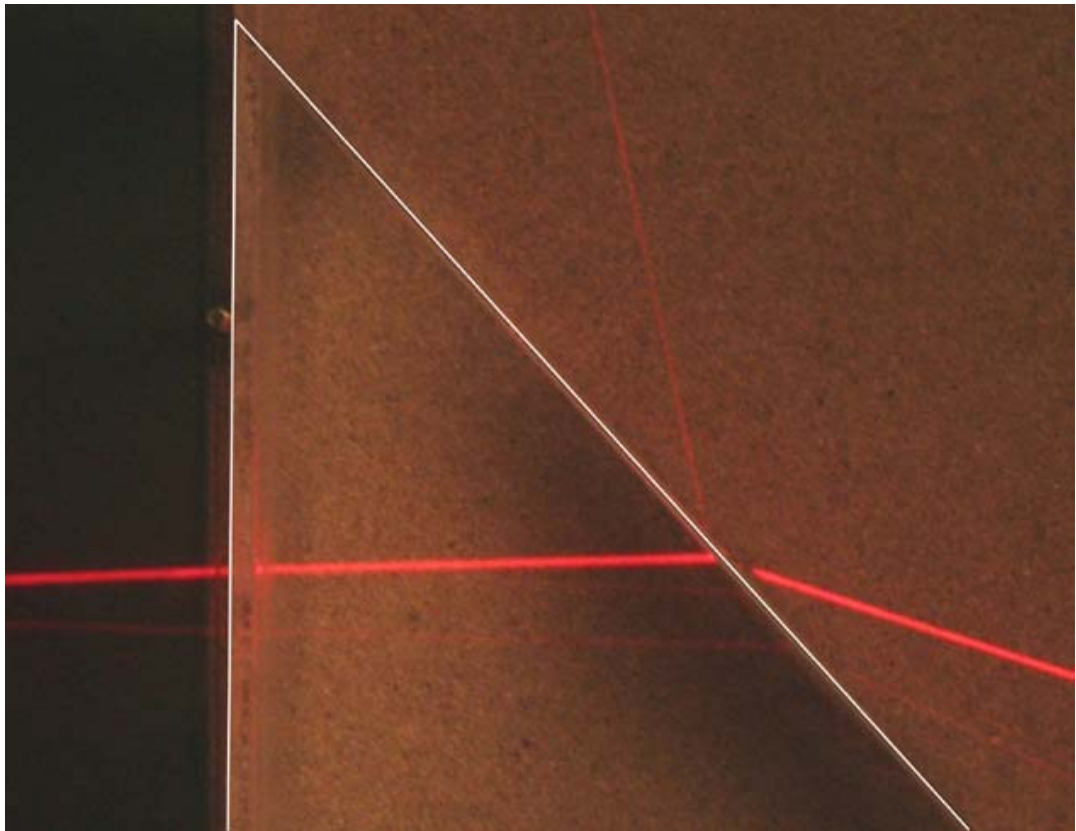
$$\alpha = 2r \quad \text{y} \quad \delta_{\min} = 2i - \alpha$$

Llevado a la ecuación (1)

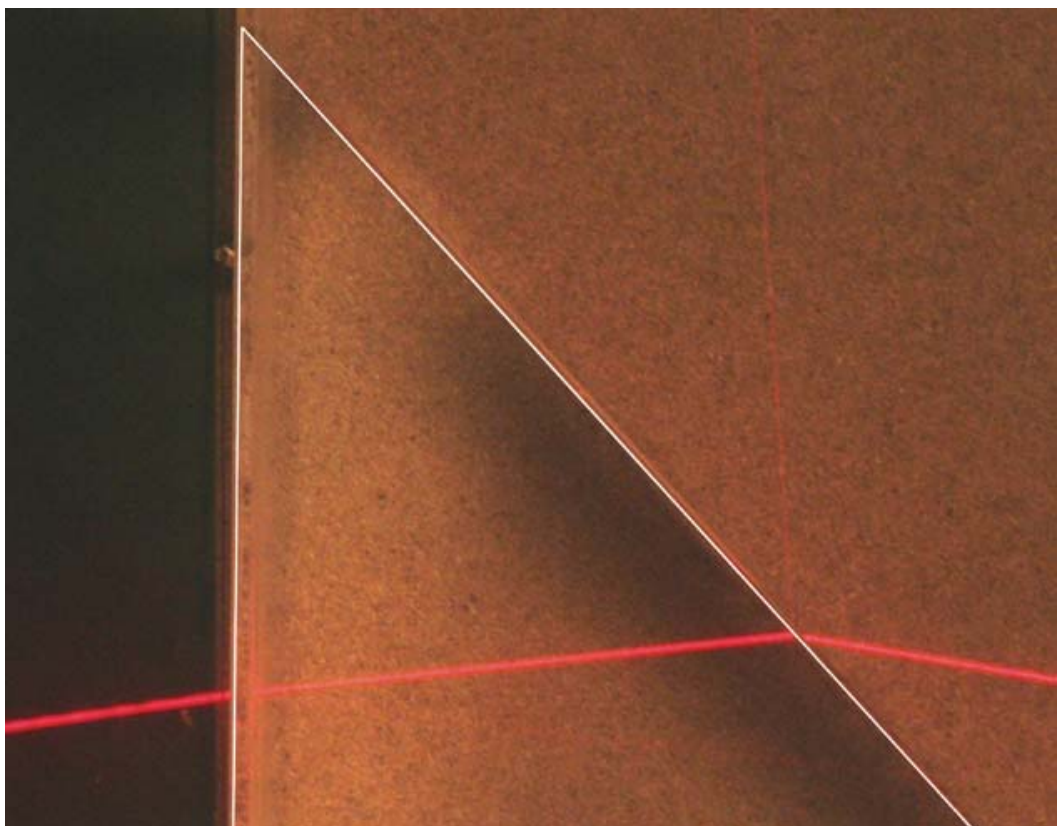
$$\text{sen } i = n \text{ sen } \frac{\alpha}{2} \quad \Rightarrow \quad \text{sen } \frac{\delta_{\min} + \alpha}{2} = n \text{ sen } \frac{\alpha}{2} \quad \Rightarrow \quad n = \frac{\text{sen } \frac{\delta_{\min} + \alpha}{2}}{\text{sen } \frac{\alpha}{2}} \quad (6)$$

Si se miden los ángulos del prisma y desviación mínima, la ecuación (6) nos permite calcular el índice de refracción relativo del prisma al medio que le rodea.

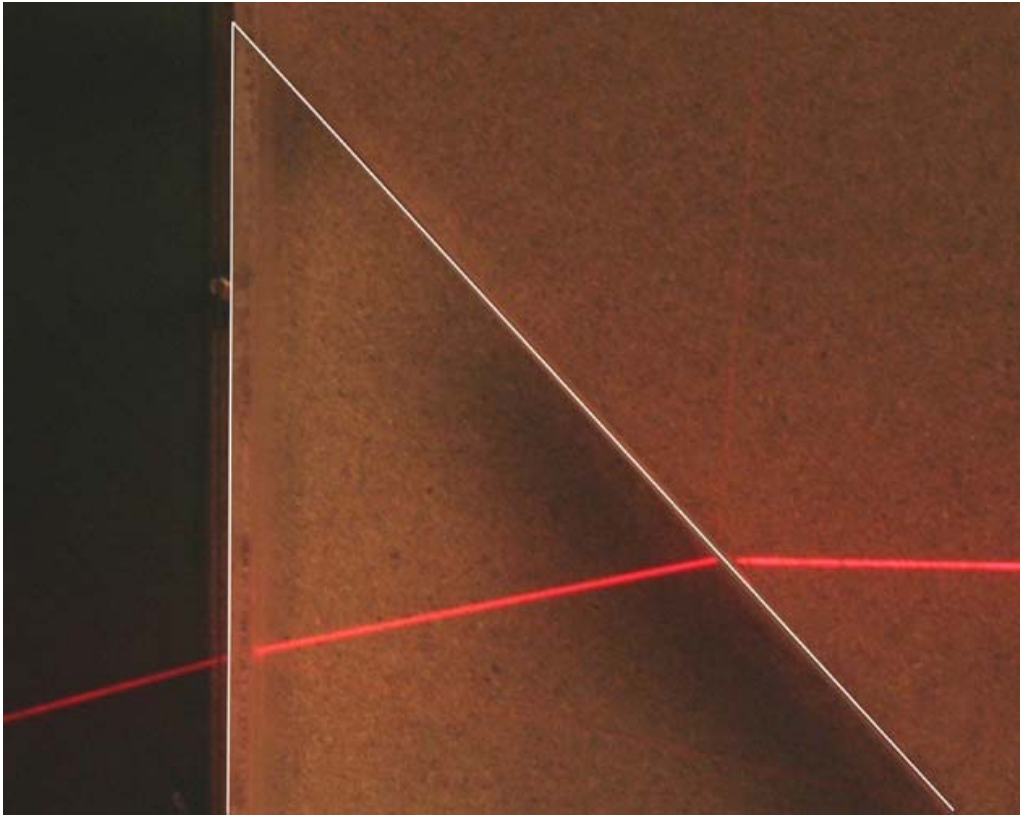
Fotografías



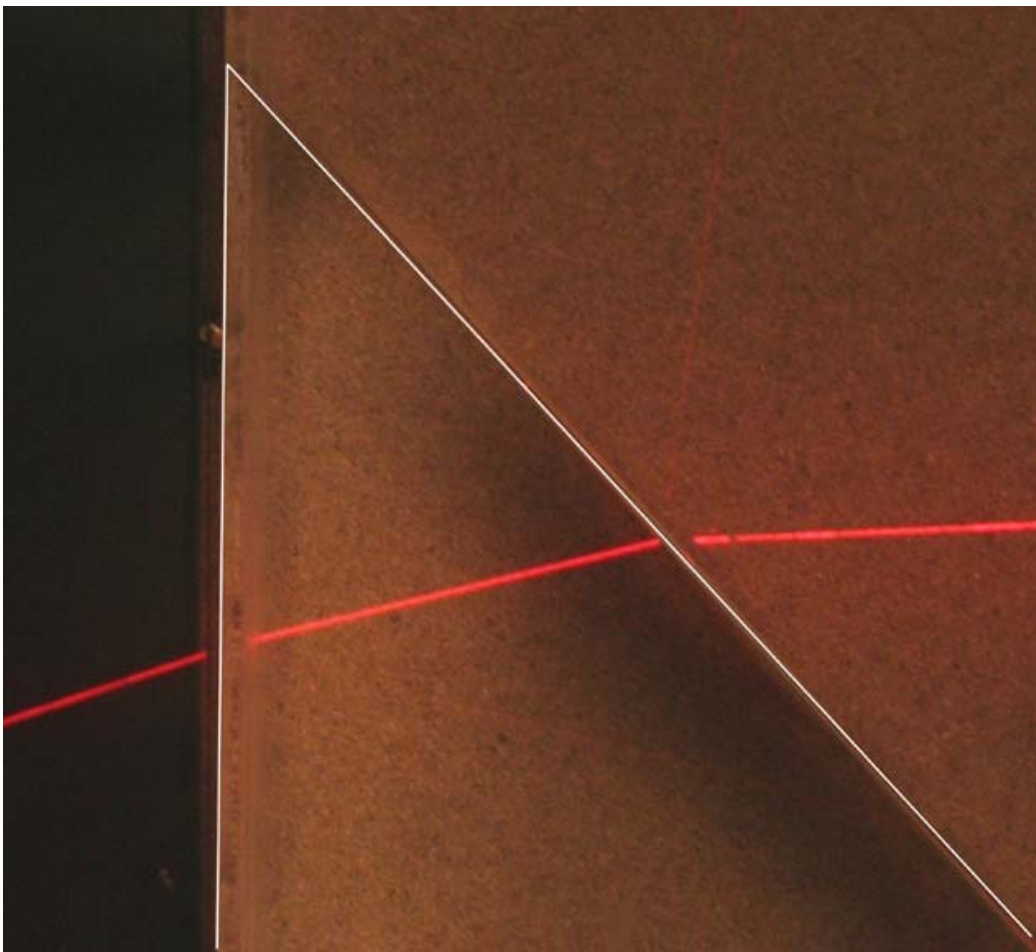
**Fotografía 1
para toma de datos**



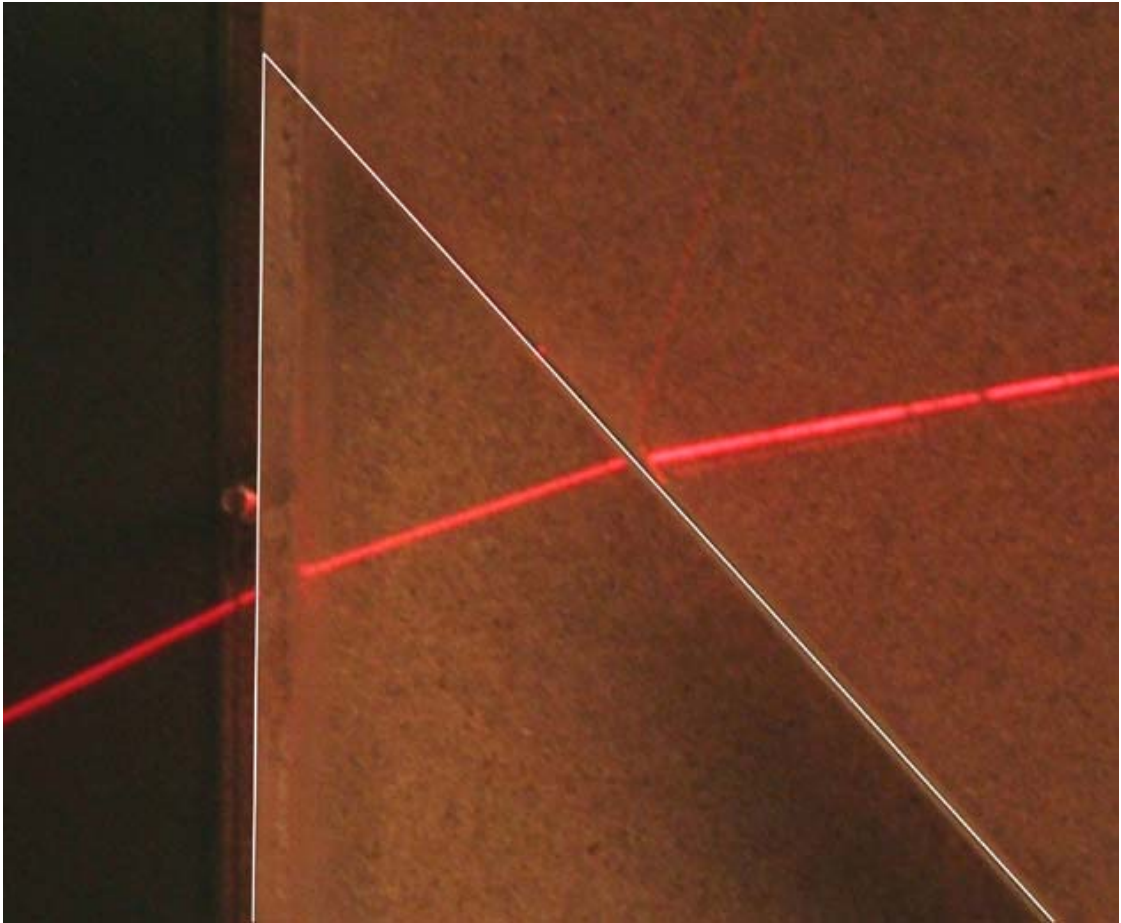
**Fotografía 2
para toma de datos**



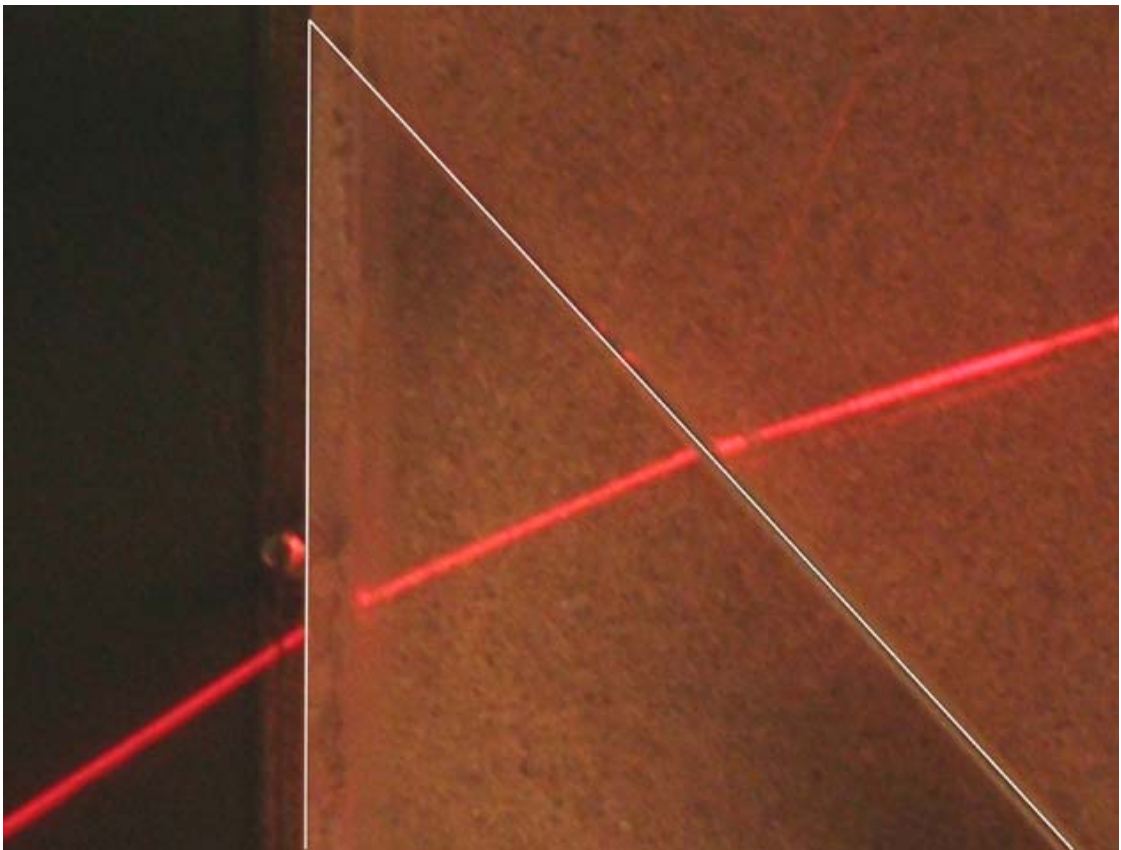
Fotografía 3
para toma de datos



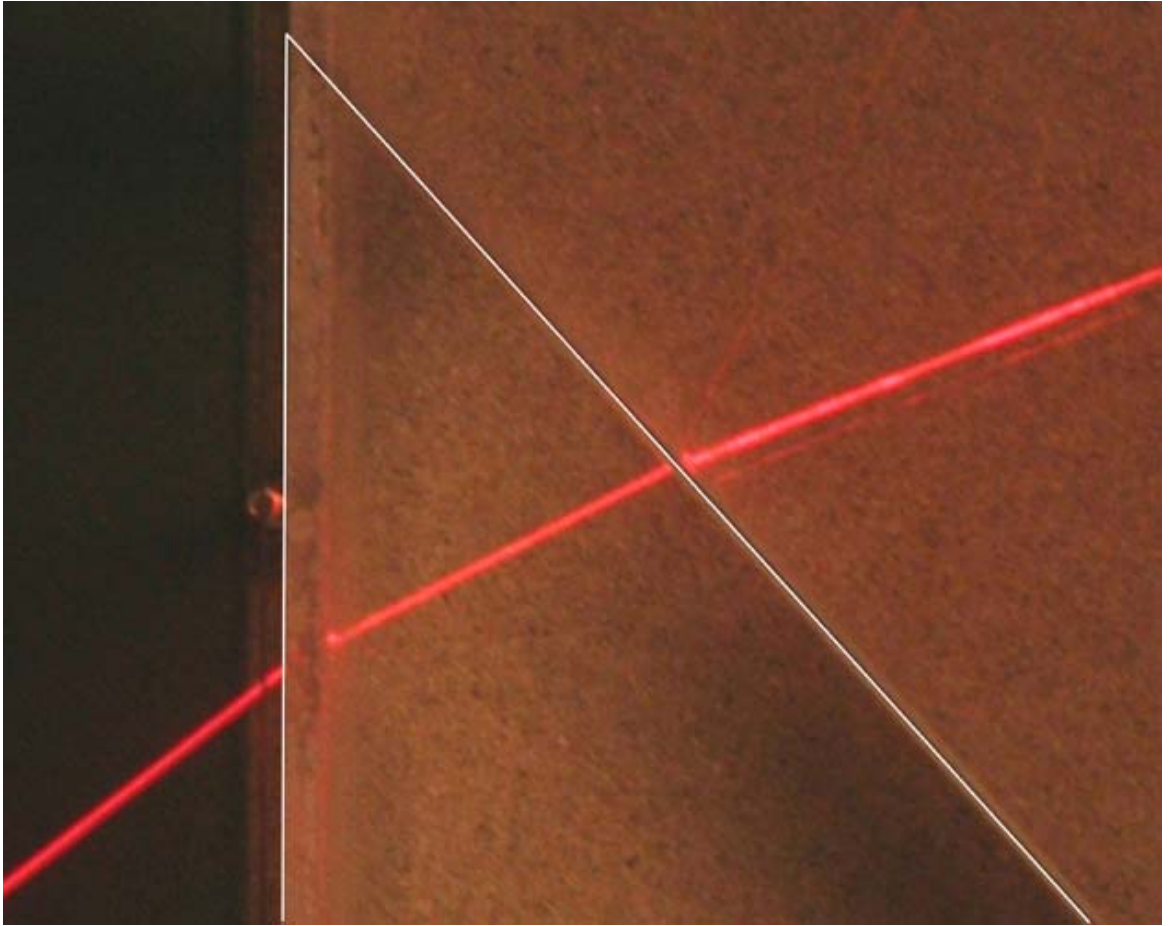
Fotografía 4
para toma de datos



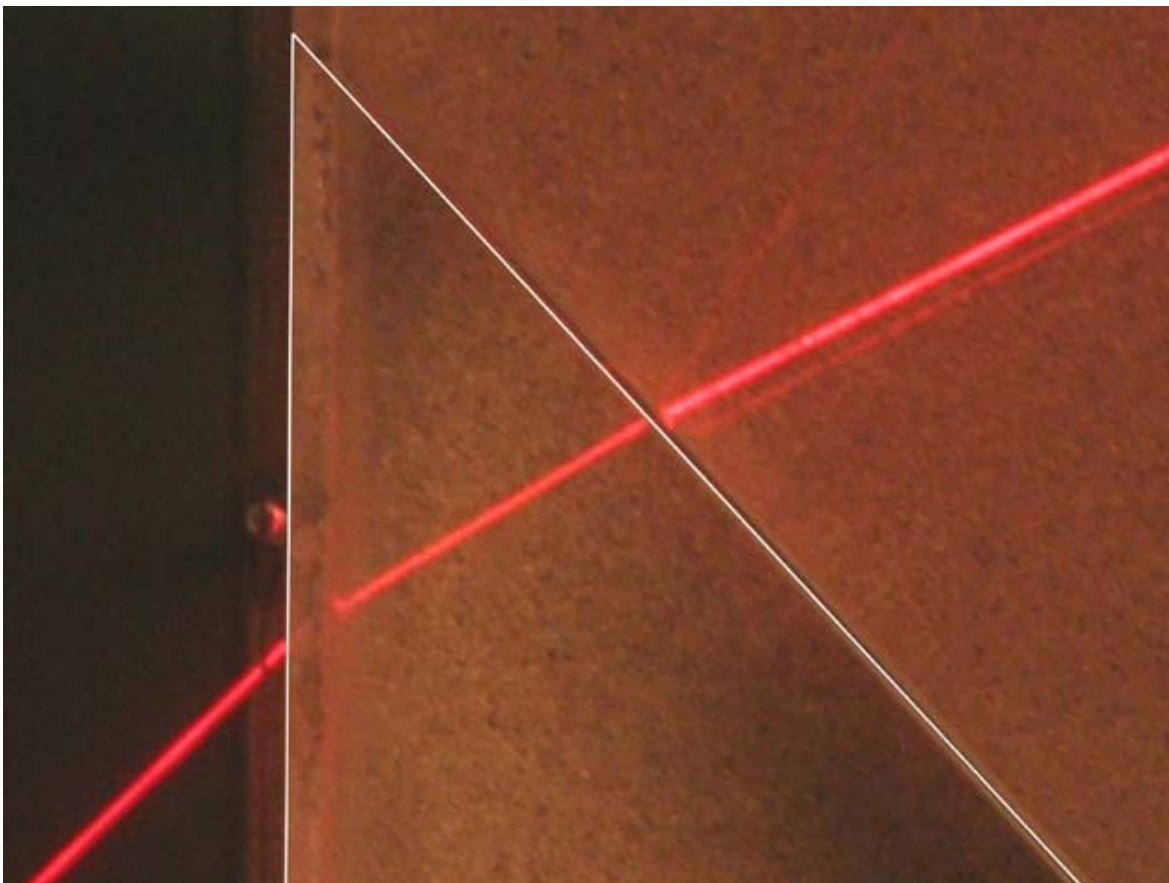
Fotografía 5
para toma de datos



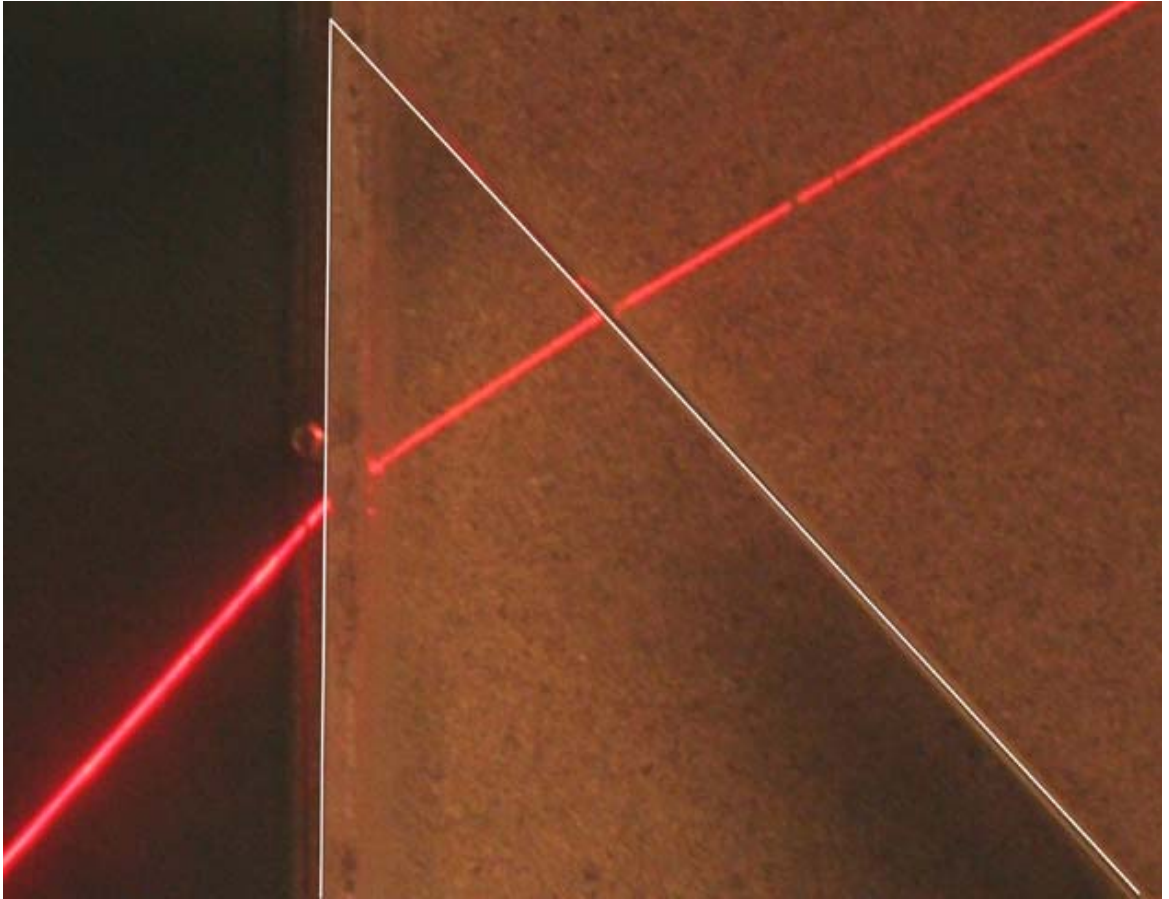
Fotografía 6
para toma de datos



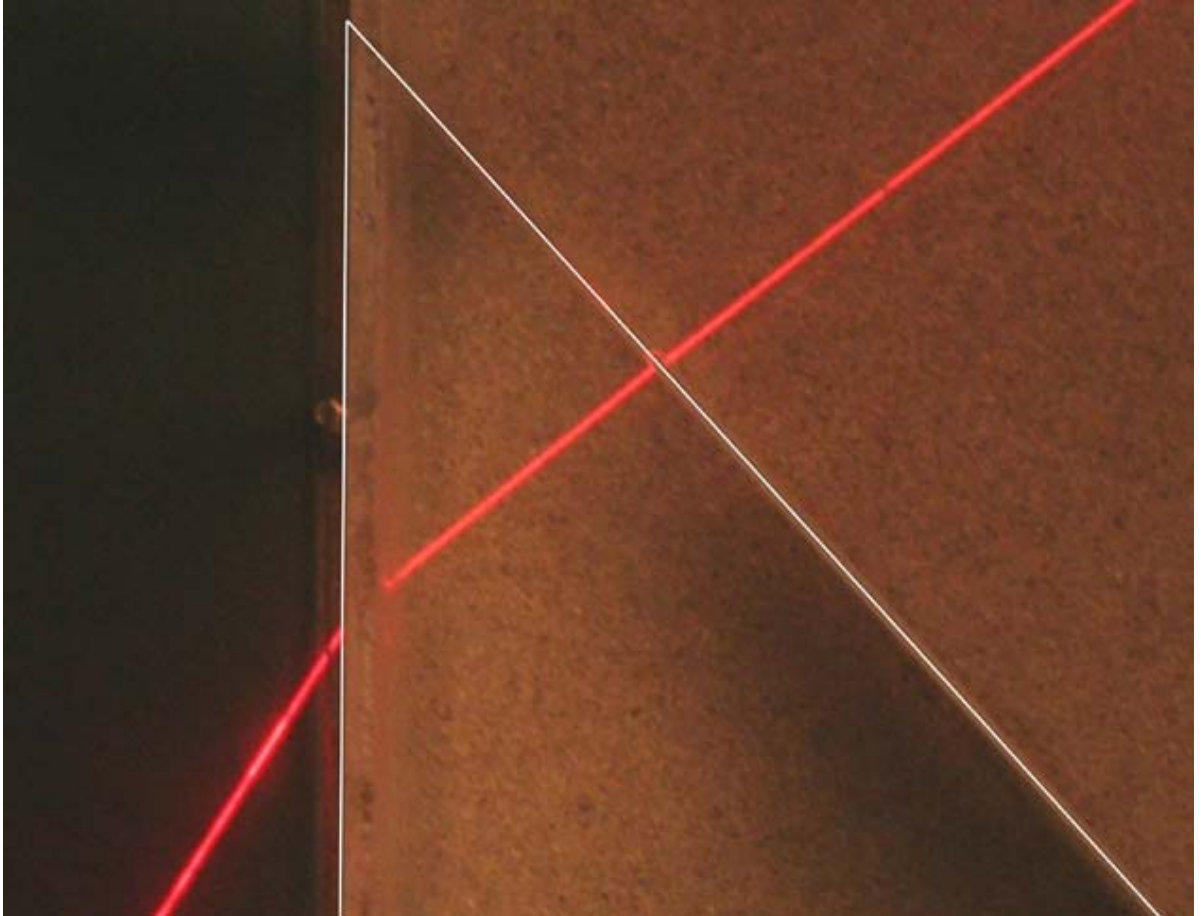
Fotografía 7
para toma de datos



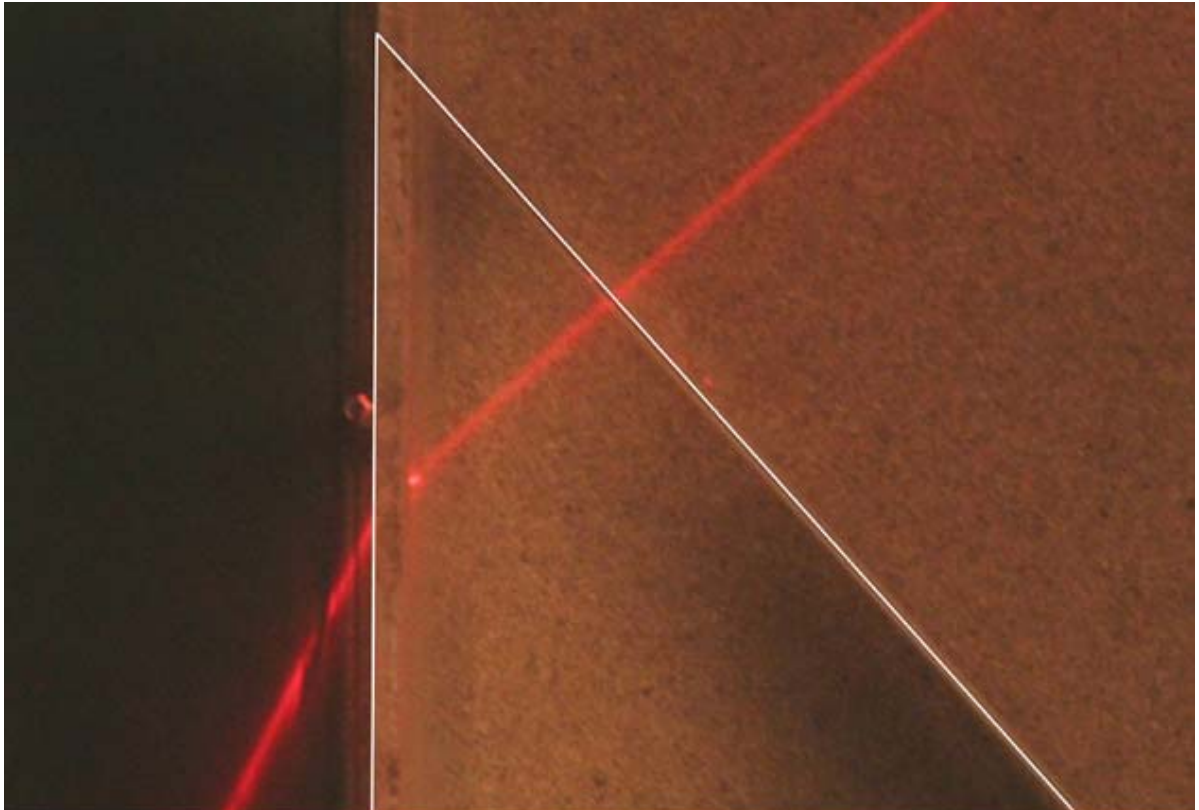
Fotografía 8
para toma de datos



Fotografía 9
para toma de datos



Fotografía 10
para toma de datos



**Fotografía 11
para toma de datos**

Medidas

En cada una de las fotografías para toma de datos, se miden el ángulo del prisma, de incidencia de emergencia y desviación. Para poder medir el ángulo de desviación es necesario trazar una línea por cada rayo y prolongarlas, hasta que ambas se corten. Los valores se llevan a la tabla 1.

Tabla 1

Ángulo del prisma $\alpha/^\circ$											
Ángulo de incidencia $i/^\circ$											
Ángulo de emergencia $e/^\circ$											
Ángulo de desviación $\delta/^\circ$											

Gráficas

1.- Halle el valor medio del ángulo del prisma. Con los valores de la tabla 1, represente en el eje X el ángulo de incidencia y en el eje Y el de emergencia. En la misma gráfica represente el ángulo de incidencia en el eje X y en el eje Y el de desviación. Calcule el valor mínimo del ángulo de desviación, recuerde que ese mínimo se produce cuando el ángulo de incidencia es igual al de emergencia. Calcule el índice de refracción del prisma a partir de la ecuación (6).

2.- Vaya a la hoja de cálculo y represente la ecuación (4), dando a n el valor que ha encontrado en el apartado 1. Para ello dé valores a i , calcule e y disponga i en el eje de abscisas y e en el de ordenadas. Utilice la ecuación (5), siendo α el valor medio de los que hay en la tabla 1. Represente en la misma gráfica anterior el ángulo de incidencia (eje X) frente al de desviación (eje Y).

Sobre la gráfica anterior lleve los valores experimentales de i , e y δ . Compruebe si existe ajuste entre los valores proporcionados por las ecuaciones (4) y (5) y los experimentales. Si es preciso cambie el valor de n hasta encontrar el mejor ajuste.