

Reflexiones múltiples

Fundamento

En la figura 1a se representa, de forma esquemática, dos espejos planos paralelos, los cuales reciben un rayo luminoso por la parte derecha y éste abandona a los espejos por la parte izquierda, después de sufrir una serie de reflexiones. La figura 1b corresponde al dispositivo real.

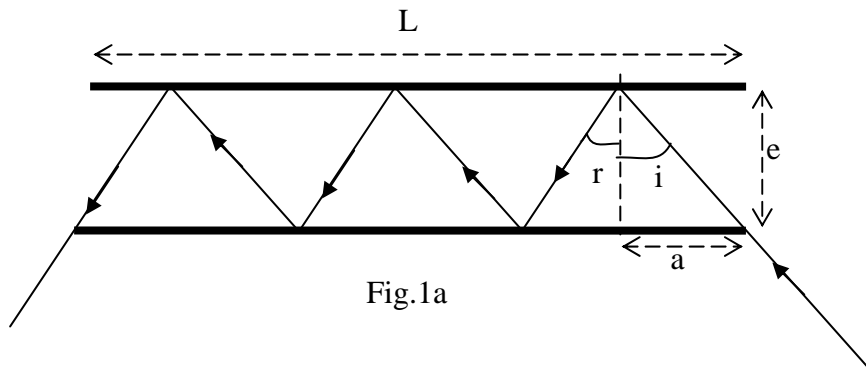


Fig.1a

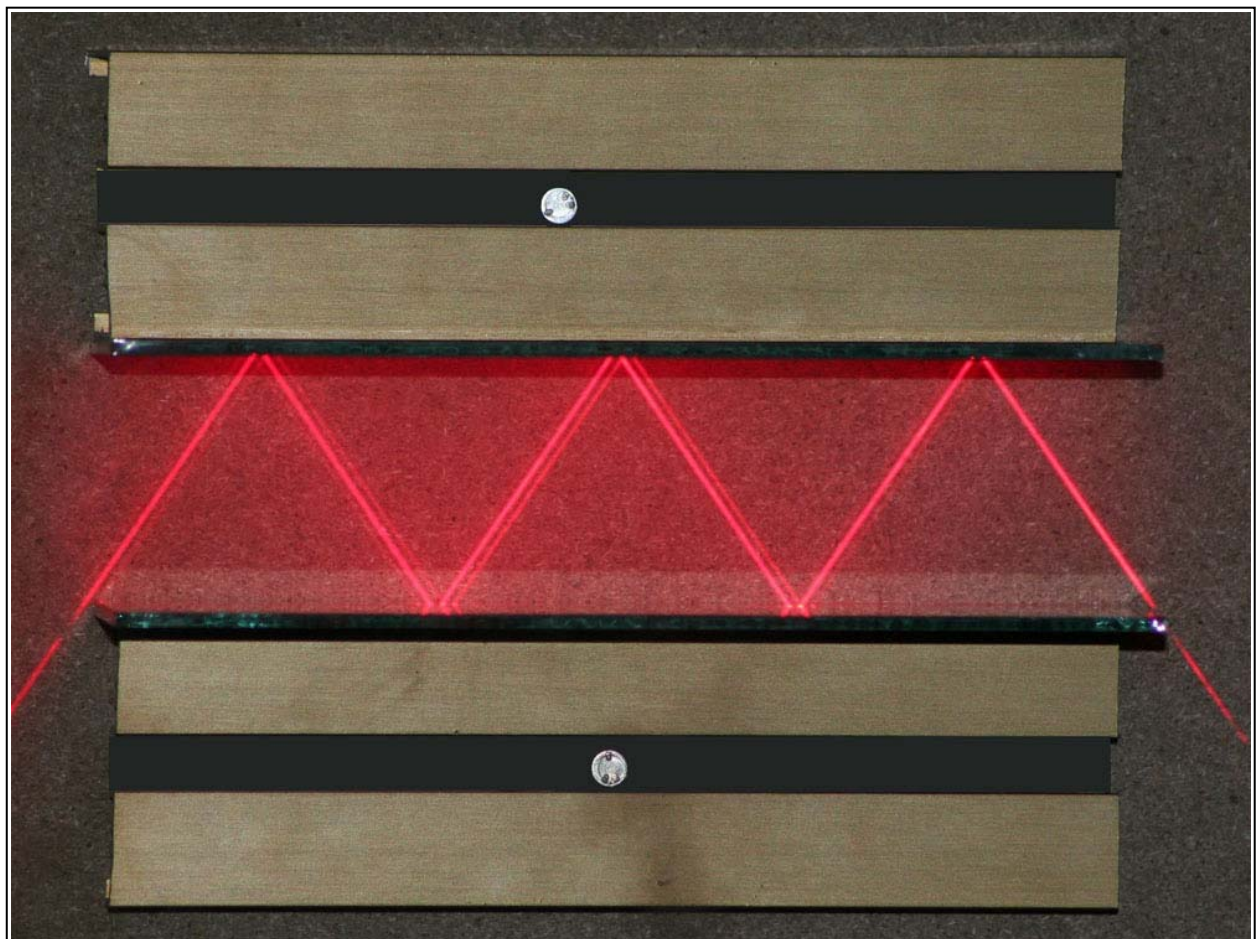


Fig. 1b

En la figura 1a se observa que el número de reflexiones que sufre el rayo luminoso es un número entero, en ese caso tres. Si cambiásemos el ángulo de incidencia del rayo, podríamos lograr otro número entero de reflexiones mayor o menor que tres. El número entero de reflexiones depende del ángulo de incidencia y además de la longitud L de los espejos y de la distancia entre ellos e .

En este experimento mantenemos constante la longitud L y la distancia e de los espejos y cambiamos el ángulo de incidencia para lograr reflexiones múltiples en el espejo superior que sean siempre números enteros y buscamos qué relación existe entre el ángulo de incidencia y el número n de reflexiones.

En la figura 1a en la que se verifican $n = 3$ reflexiones, se cumple que $6a = L$, y en general se cumplirá que $2na = L$ y además

$$\operatorname{tag} i = \frac{a}{e} = \frac{L}{2ne} \Rightarrow n = \frac{L}{2e} \cdot \frac{1}{\operatorname{tag} i}$$

La última ecuación establece que n y $\operatorname{tag} i$ son magnitudes inversamente proporcionales, y por consiguiente, al representar n (eje Y) frente a $\frac{1}{\operatorname{tag} i}$ (eje X) se obtiene una línea recta cuya pendiente vale $\frac{L}{2e}$. Precisamente esta relación es la que se debe comprobar en este experimento.

Medidas

En las *fotografías para toma de datos de 1 a 6*, se miden los correspondientes ángulos de incidencia y se cuenta el número de reflexiones en el espejo superior. Teniendo en cuenta que el ángulo de incidencia es igual al de reflexión, se miden los dos ángulos juntos y el resultado se divide por dos. Para realizar estas medidas se recomienda que en las fotocopias se tracen líneas que vayan por el medio de los rayos luminosos y además que se midan varios ángulos y se tome como valor la media aritmética. Los valores medidos se colocan en la tabla 1.

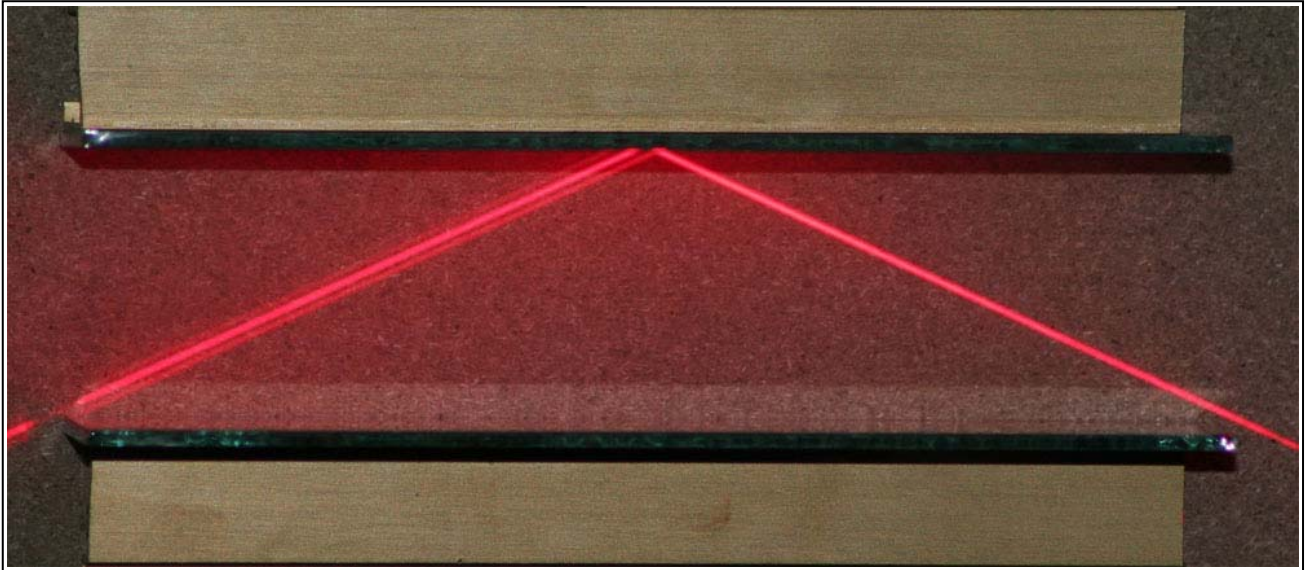
Dado que para cada fotografía se encontrarán ángulos diferentes, en la tabla 2 se debe colocar para cada fotografía el valor medio con su incertidumbre y a partir de esos valores medios se calculan los ángulos mayores y menores. Por ejemplo si se encuentra para los ángulos de incidencia los siguientes valores $68^\circ, 68^\circ, 69^\circ, 69^\circ, 70^\circ$, el valor medio es:

$$\frac{2 \cdot 68 + 2 \cdot 69 + 70}{5} = 69^\circ \Rightarrow 69^\circ \pm 1^\circ$$

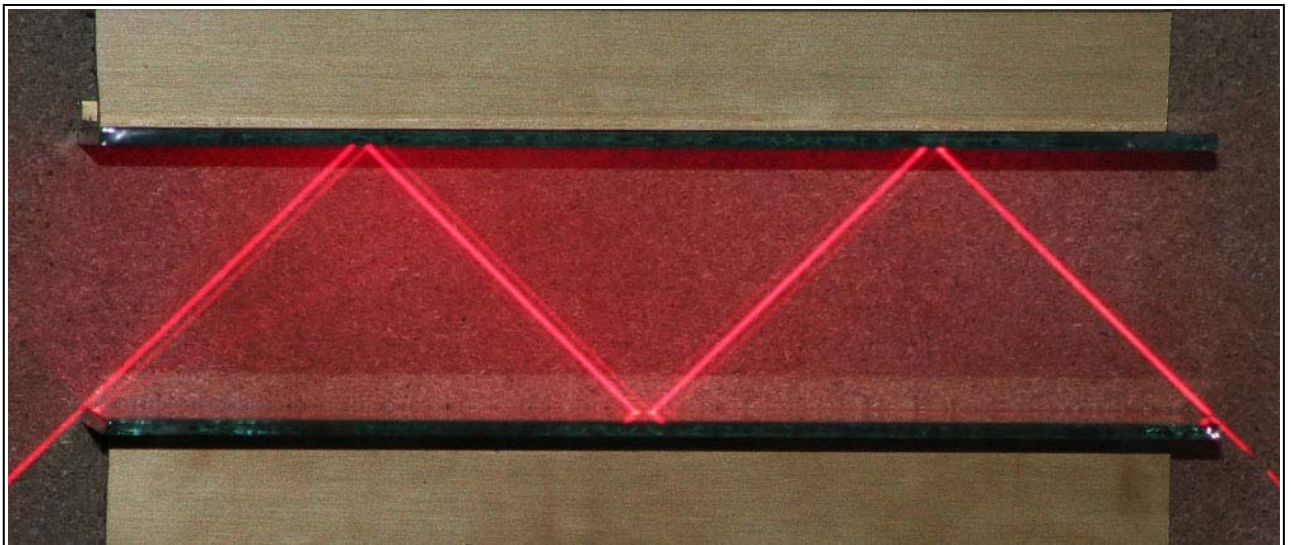
En la tabla 1 colocaremos 69° , y en la tabla 2 colocaremos incidencia menor 68° e incidencia mayor 70° .

Fotografías

Fotografía 1 para toma de datos



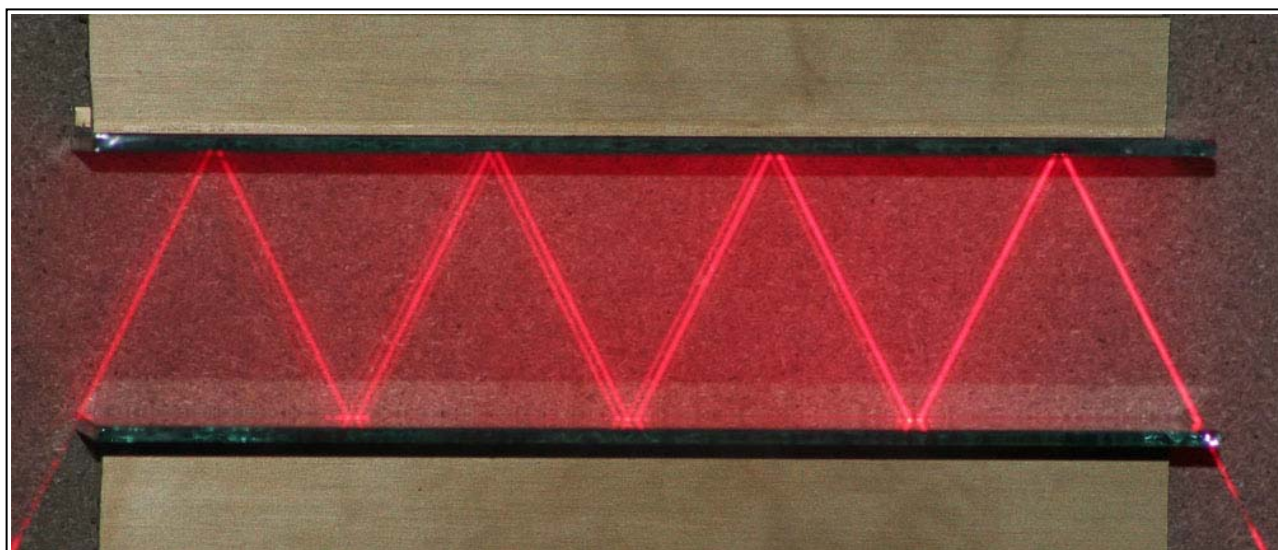
Fotografía 2 para toma de datos



Fotografía 3 para toma de datos



Fotografía 4 para toma de datos



Fotografía 5 para toma de datos



Fotografía 6 para toma de datos

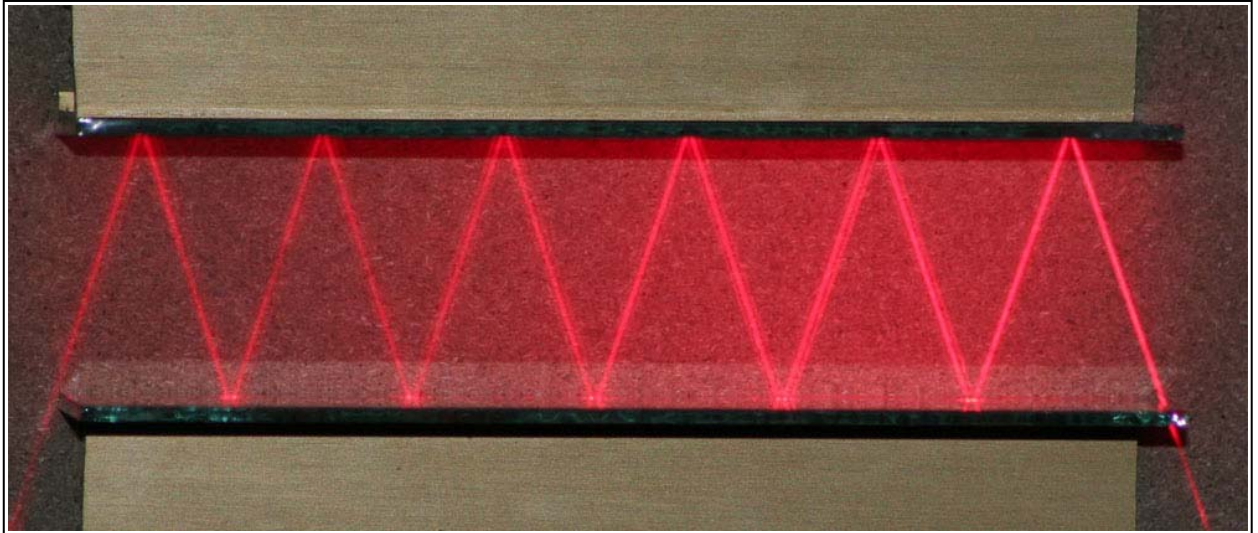


Tabla 1

<i>Ángulo de incidencia, i°</i>						
<i>Número de reflexiones, n</i>						
<i>$1/\text{tag } i$</i>						

Tabla 2

<i>Ángulo de incidencia menor i_{men}</i>						
<i>Ángulo de incidencia mayor i_{may}</i>						
<i>$1/\text{tag } i$ i, menores</i>						
<i>$1/\text{tag } i$ i, mayores</i>						
<i>Número de reflexiones, n</i>						

1.- Con los valores de la tabla 1, represente la tangente del ángulo de incidencia en el eje X, frente al número de reflexiones n , en el eje Y. Si opera con la hoja de cálculo determine la ecuación de la curva.

A partir de esa ecuación, calcule el valor experimental de $\frac{L}{2e}$. Teniendo en cuenta que la medida directa de $L = 20,0 \text{ cm}$ y el valor de $e = 5,2 \text{ cm}$, calcule la diferencia en tantos por ciento entre el valor directo y el obtenido en el experimento.

2.- Con los valores de la tabla 1 represente el inverso de la tangente del ángulo de incidencia, eje X, frente al número de reflexiones n , eje Y. Determine la ecuación de la recta que pasa por el origen de coordenadas y a partir del valor de la pendiente, calcule el valor experimental de $\frac{L}{2e}$. Teniendo en cuenta que la medida directa de $L = 20,0 \text{ cm}$ y el valor de $e = 5,2 \text{ cm}$, calcule la diferencia en tantos por ciento entre el valor directo y el obtenido en el experimento.

3.- Con los valores de la tabla 2, represente *el inverso de la tangente de i (para i menores)* en el eje X, frente al número n de reflexiones, en el eje Y. En la misma gráfica represente *el inverso de la tangente de i (para i mayores)* en el eje X, frente al número n de reflexiones en el eje Y, Calcule a partir de los dos casos el valor medio de la pendiente y escriba el valor experimental de $\frac{L}{2e}$ con su incertidumbre.

Los valores experimentales directos de L y e con sus incertidumbres son respectivamente:

$$L = 20,0 \pm 0,1 \text{ cm} \quad \text{y} \quad e = 5,2 \pm 0,3 \text{ cm}$$

Escriba el valor de $\frac{L}{2e}$ directo con su incertidumbre.

Compare ambos valores y decida si el obtenido en el experimento está de acuerdo con el de las medidas directas.