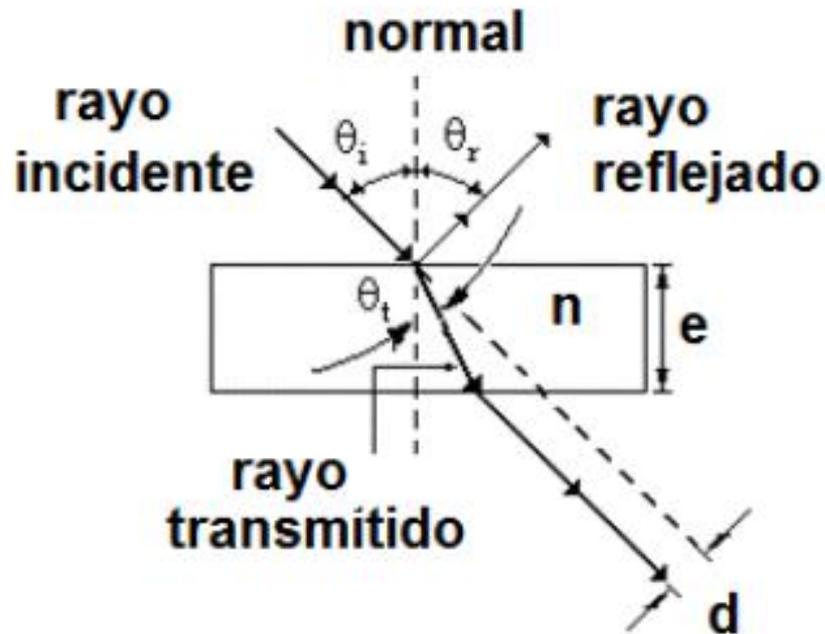


# Práctica No. 12

## Reflexión y Refracción de la Luz



# Antecedentes



# Leyes Básicas de la Óptica Geométrica



# Óptica Geométrica

- **La óptica geométrica estudia el comportamiento de la luz al reflejarse o refractarse en objetos de un tamaño mucho mayor que la longitud de onda de la luz.**

# Óptica Geométrica

- **Se basa en dos leyes**
  - ✓ **La Ley de la Reflexión**
  - ✓ **La Ley de Snell**

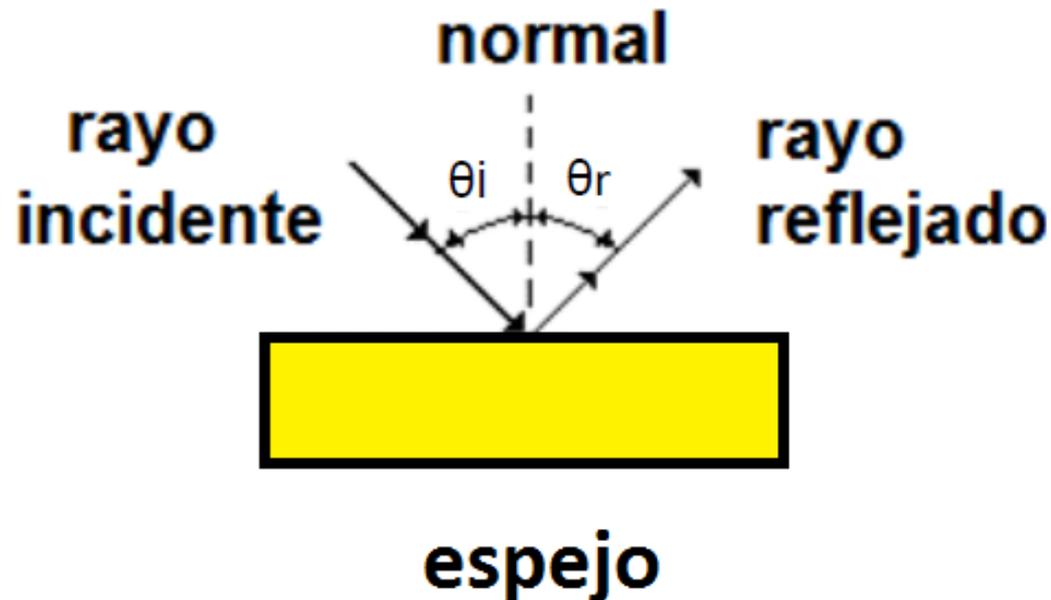
# Ley de la Reflexión

- Cuando un rayo de luz incide sobre una superficie reflejante plana *“el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión”*.

# Incidencia-Reflexión

- El ángulo de incidencia, el ángulo de reflexión y el ángulo de refracción se mide con respecto a la **normal**.

# Incidencia-Reflexión



# Incidencia-Reflexión

- El rayo incidente, el rayo reflejado y la normal a la superficie en el punto de incidencia son **coplanares**.

# Óptica Geométrica

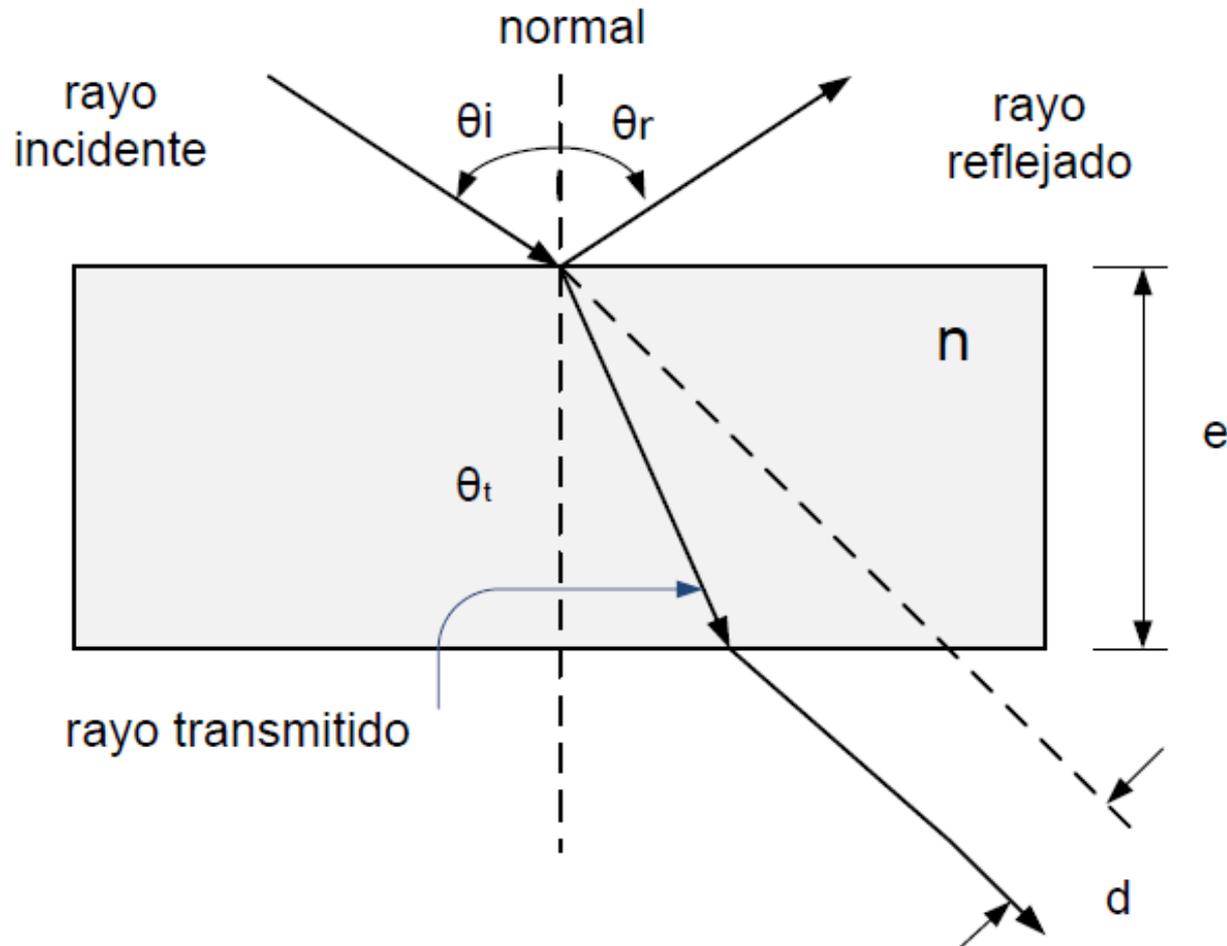
- **Se basa en dos leyes:**
  - ✓ **La Ley de la Reflexión**
  - ✓ **La Ley de Snell**

# Ley de Refracción

- La **Ley de Refracción de la Luz** o **Ley de Snell** dice que cuando un rayo incide sobre una superficie refractante plana (es decir que separa dos medios transparentes como aire y vidrio o aire y agua en reposo), el **seno del ángulo de incidencia entre el seno del ángulo de refracción es una constante.**

$$n_1 \operatorname{sen} \theta_i = n_2 \operatorname{sen} \theta_t$$

# Ley de Snell



# Ley de Snell

- Habla de la Ley de Snell

$n_1$  : índice de refracción del aire

$\theta_i$  : ángulo de incidencia

$n_2$  : índice de refracción del material

$\theta_t$  : ángulo de transmisión o refracción

# Índice de refracción

- Habla de la Ley de Snell

$$n_1 = 1.00029$$

índice de refracción del aire

$$n_2 = 1.49$$

índice de refracción del acrílico

# Índice de Refracción

- El índice de refracción de un material óptico, denotado con  $n$ , es la razón entre la rapidez  $C$  de la luz en el vacío y la rapidez  $v$  de la luz en el material.

$$n = \frac{C}{v}$$

# Fórmulas

$$\tan \theta_t = \frac{\text{sen} \theta_i - \frac{d}{e}}{\cos \theta_i}$$

# 1. Seguridad en la ejecución

|   | <b>Peligro o fuente de energía</b> | <b>Riesgo asociado</b>   |
|---|------------------------------------|--|
| 1 | Láser                              | No debe de verse directamente, ya que causa lesiones permanentes en el ojo.  |
| 2 | Banco óptico                       | Mal colocado en la mesa puede caer y causar lesiones.                        |
| 3 | Accesorios de vidrio               | Si son mal manipulados pueden caer y romperse en fragmentos punzo-cortantes. |

# 2. Objetivos

- a) Obtener los modelos gráfico y matemático del ángulo de reflexión  $\theta_r$  en función del ángulo de incidencia  $\theta_i$  de un rayo de luz.
- b) Determinar los valores de los ángulos de transmisión  $\theta_t$ , a través de las mediciones de los ángulos de incidencia  $\theta_i$ , el espesor  $e$  de una muestra translúcida de paredes paralelas, y de las desviaciones laterales  $d$  correspondientes.
- c) Obtener los modelos gráfico y matemático del seno del ángulo de transmisión **sen**  $\theta_t$  en función del seno del ángulo de incidencia **sen**  $\theta_i$  en un medio translúcido.
- d) Determinar el índice de refracción de la placa de acrílico empleada con base en el modelo matemático del inciso anterior y conociendo que los índices de transmisión del vacío y del aire son 1.0 y 1.00029, respectivamente.

# 3. Material y Equipo

- fuente de láser
- banco óptico
- transportador angular con brazo móvil
- porta-componentes estándar

# 3. Material y Equipo

- pantalla con escala milimétrica
- espejo de superficie plana
- placa de acrílico
- calibrador con vernier



# Experimento 1.

## Reflexión de la luz

**16 de mayo de 2018**

# Actividad 1

- Sobre el banco óptico, con la escala graduada hacia el frente (tira amarilla), coloque la fuente de láser sin encenderla.
- De manera que su rayo apunte hacia la pared más próxima.



# Actividad 1

Colocar sobre el banco óptico, a 20 [cm] aproximadamente de la fuente de láser, el transportador angular y alinearlos longitudinalmente con el banco, en la dirección  $0^\circ$  y  $180^\circ$  (ver figura 1).

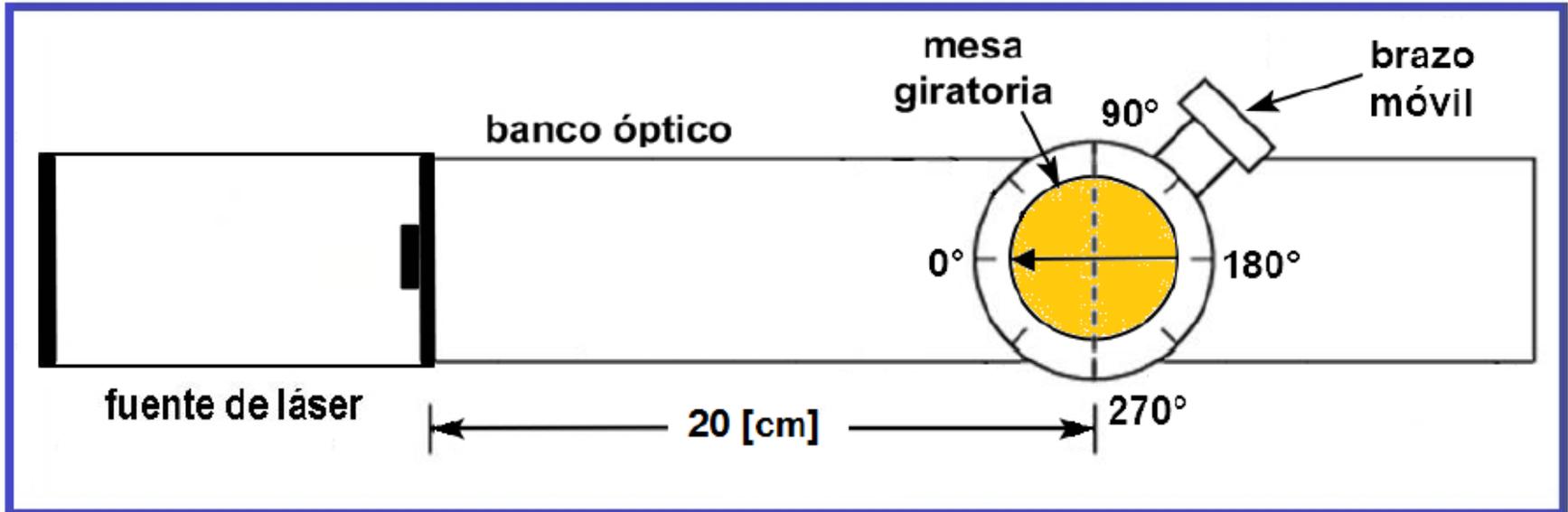
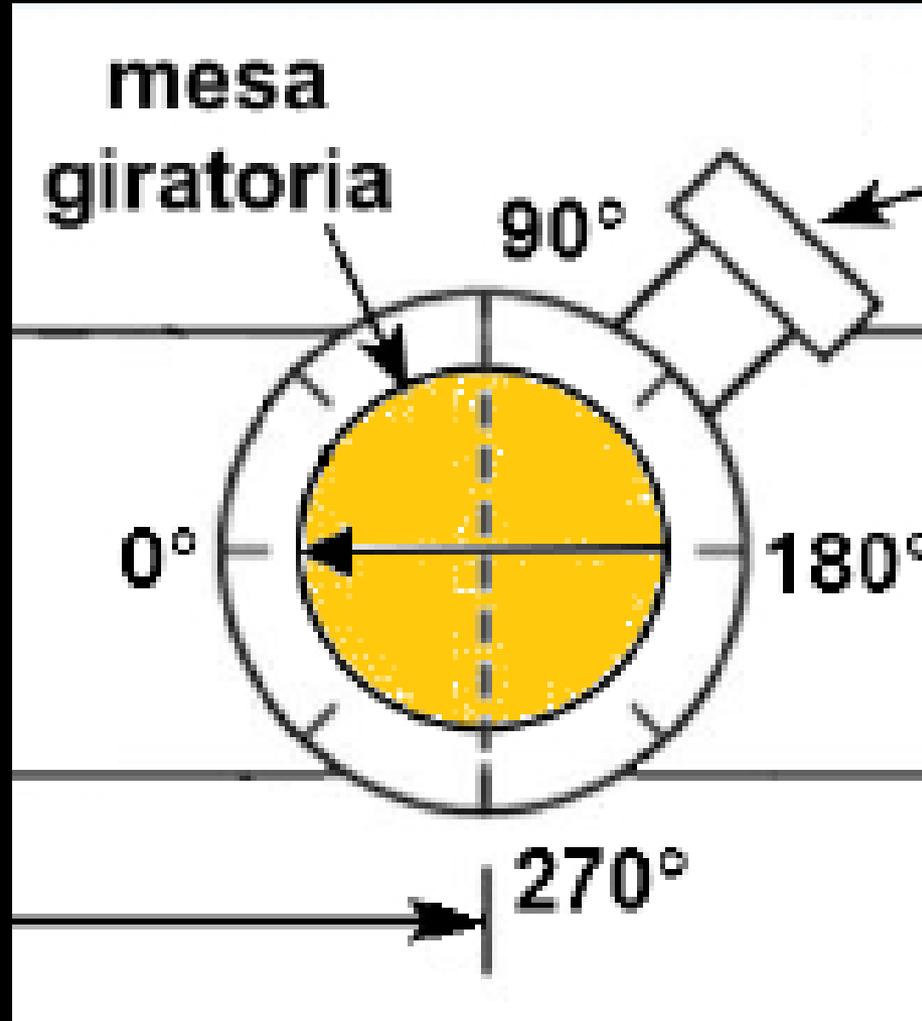


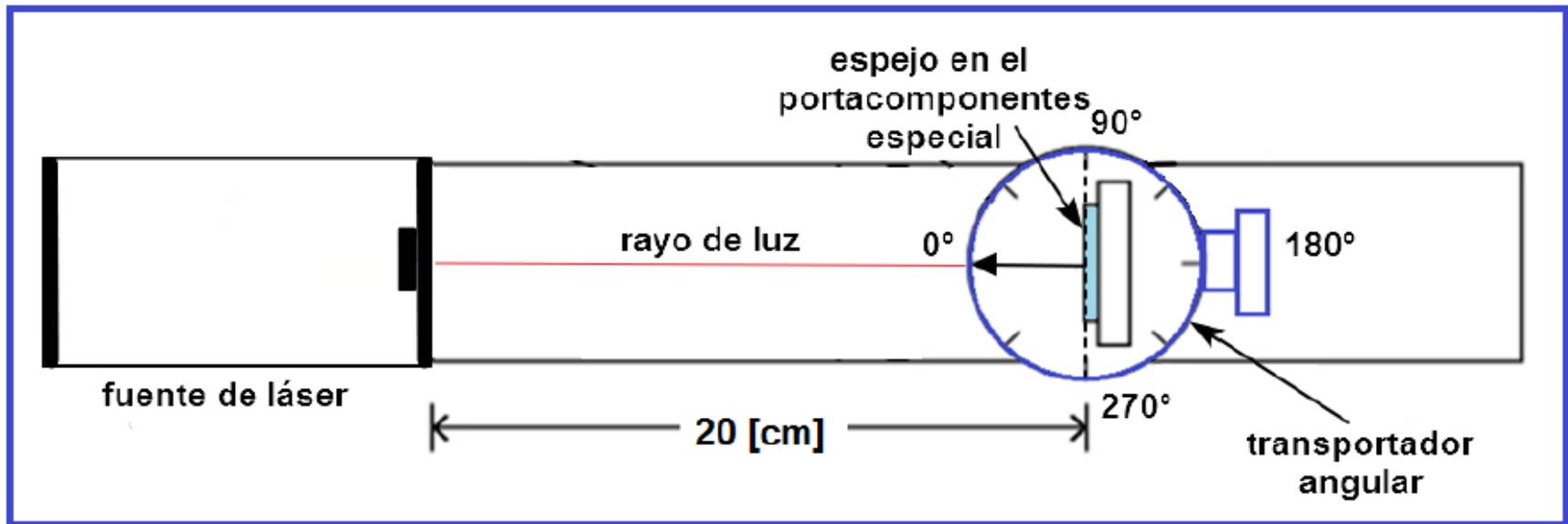
Figura 1. Dispositivo experimental.

# Actividad 1



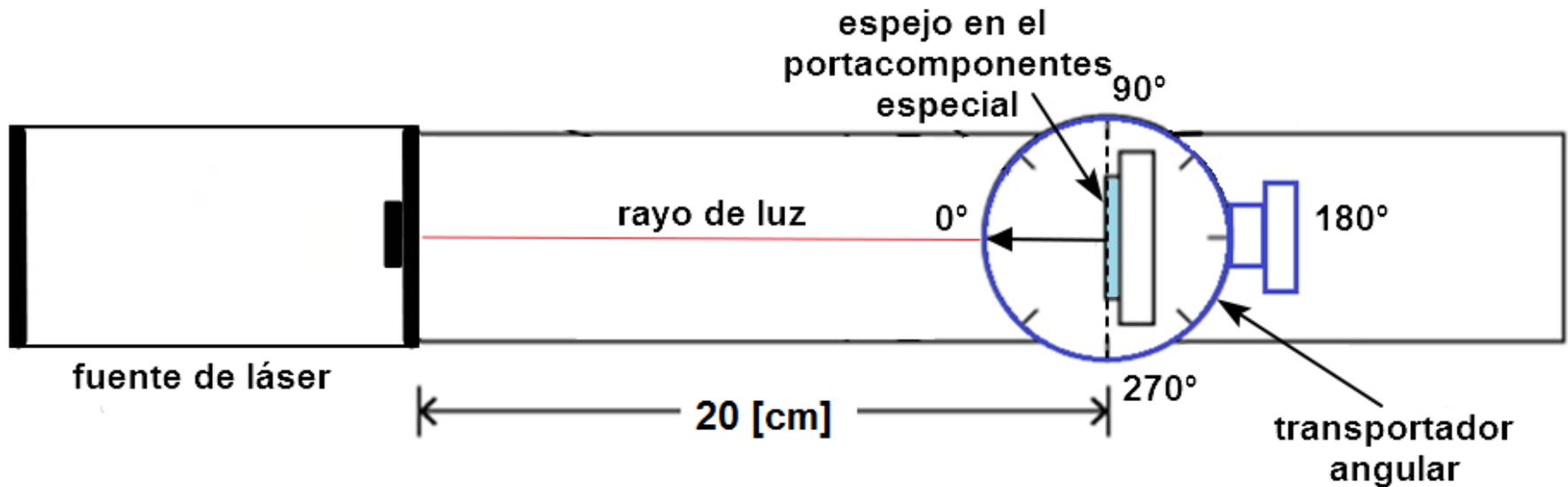
# Actividad 2

Colocar sobre la mesa giratoria, del transportador angular, el portacomponentes especial (el de menor altura) con el espejo plano adherido. Hacer coincidir la línea de dirección  $90^\circ$  y  $270^\circ$  con el plano del espejo, a su vez quedando de frente al láser, como se muestra en la figura 2.

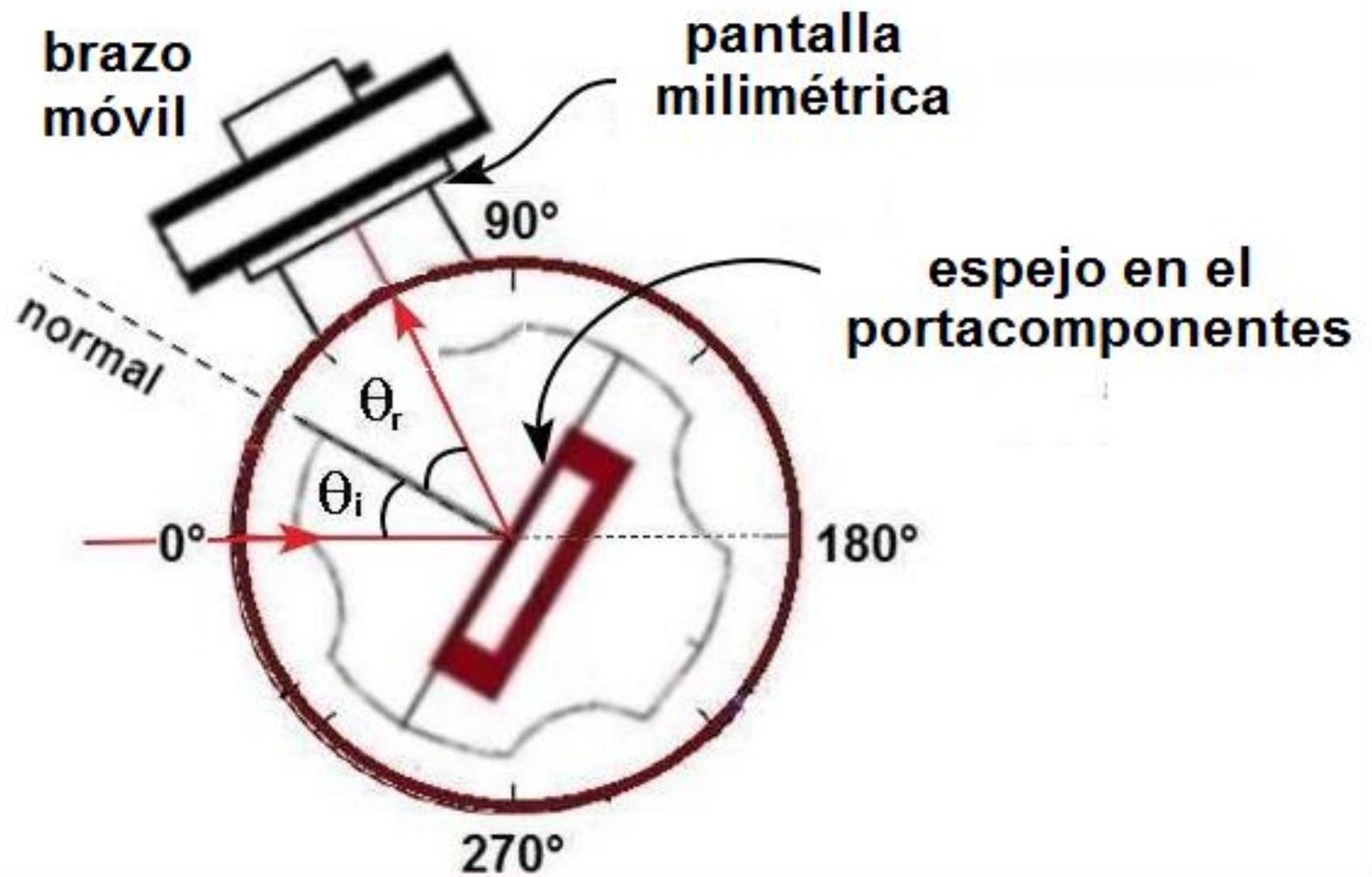


# Actividad 3

Encender la fuente de láser y verificar el alineamiento del transportador angular y del espejo; como el rayo de luz incide sobre el espejo con un ángulo de cero grados, determinar el ángulo con que se refleja, recordar que los ángulos de incidencia, de reflexión y de transmisión se miden con respecto a la normal de la muestra en el punto de incidencia y que dichos rayos y la normal son coplanares.







# Actividad 5

- Continuar de la manera descrita anteriormente para cada uno de los ángulos de incidencia indicados en la Tabla de mediciones de la reflexión de la luz.

| $\theta_i$ [°] | $\theta_r$ [°] |
|----------------|----------------|
| 0              |                |
| 10             |                |
| 20             |                |
| 30             |                |
| 40             |                |
| 50             |                |
| 60             |                |

# Experimento 2.

## Transmisión de la luz

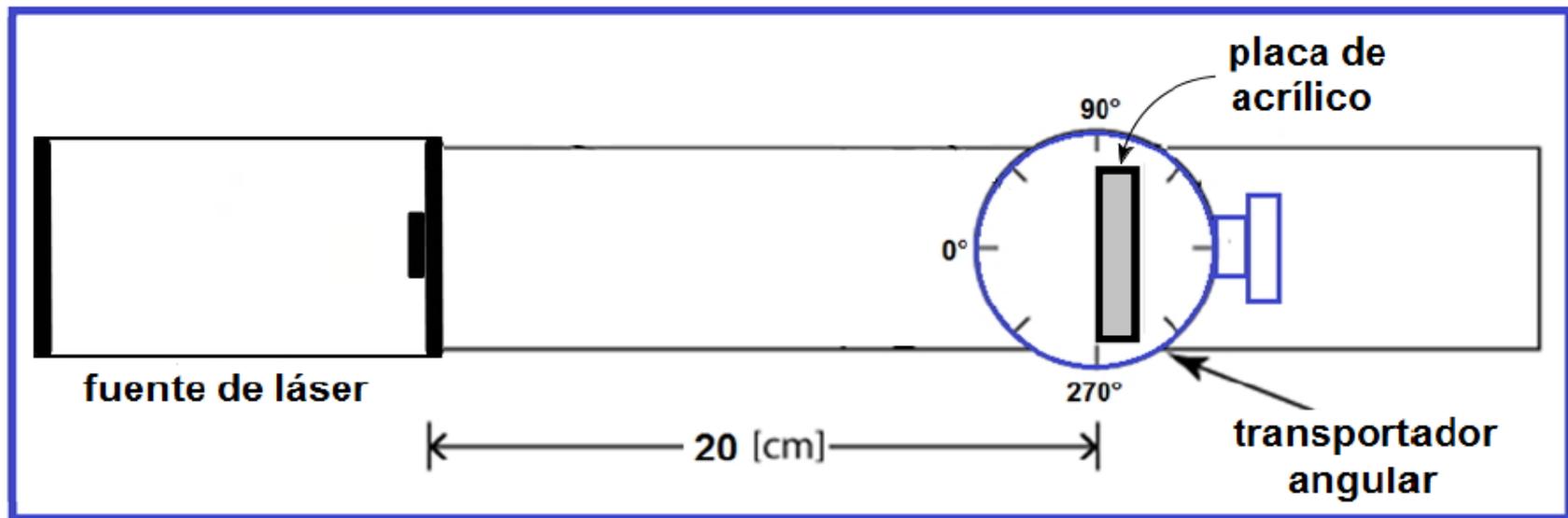
# Actividad 6

Con la ayuda del calibrador con vernier medir el espesor  $e$  del acrílico y registrarlo.

$e =$  \_\_\_\_\_ [mm]

# Actividad 7

Apagar la fuente de láser, retirar del banco óptico el porta-componentes especial con el espejo y colocar sobre la mesa giratoria la placa de acrílico, vigilando que la cara mayor de la placa próxima al láser quede paralela con la línea  $90^\circ$  y  $270^\circ$  de la mesa giratoria, como se muestra en la figura 4.



# Actividad 8

Girar el brazo móvil del transportador hasta la dirección  $180^\circ$ ; encender la fuente de láser y centrar la pantalla cuando el rayo incide en el dígito 2 de la misma; este número será nuestra referencia para medir las desviaciones laterales  $d$ , como se ve en la figura 5.

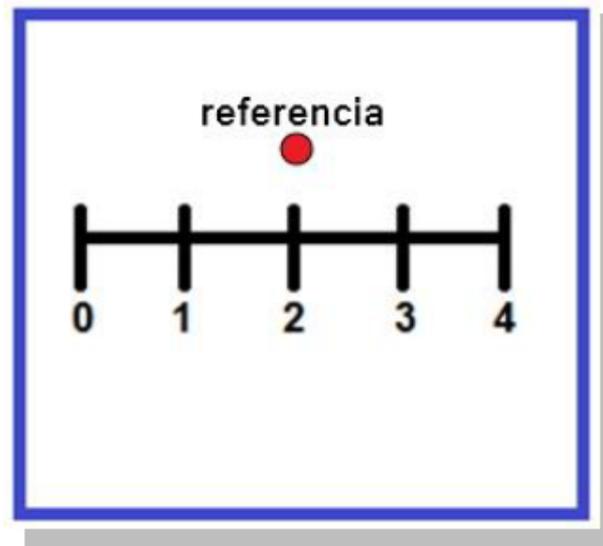
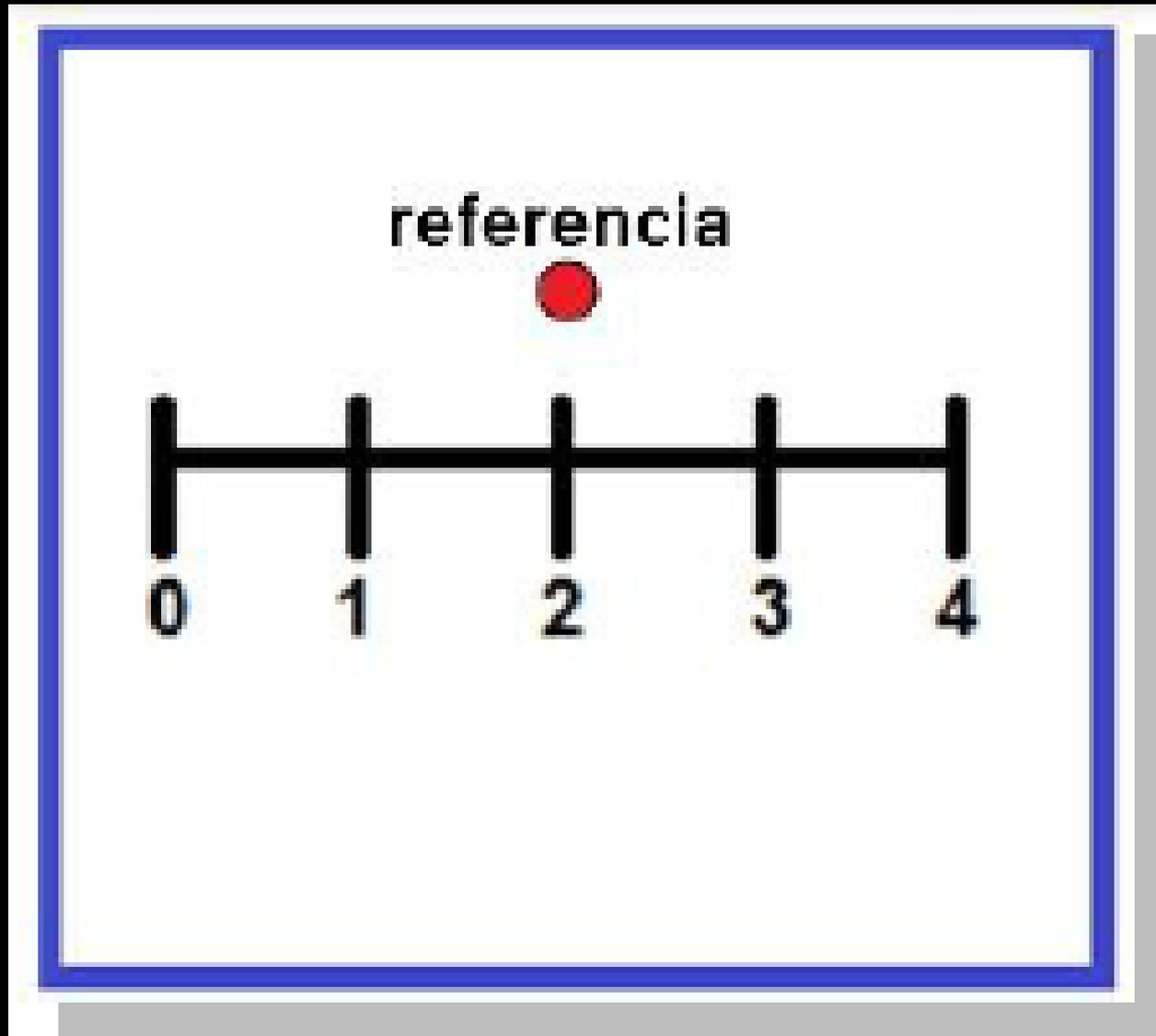


Figura 5. Pantalla con escala milimétrica.

# Actividad 8



# Actividad 9

Girar la mesa del transportador angular, de tal forma que el ángulo de incidencia sobre el acrílico sea  $10^\circ$ ; medir la desviación lateral  $d$  que corresponde a dicho ángulo haciendo una estimación lo más exacta posible, como se muestra en la figura 6.

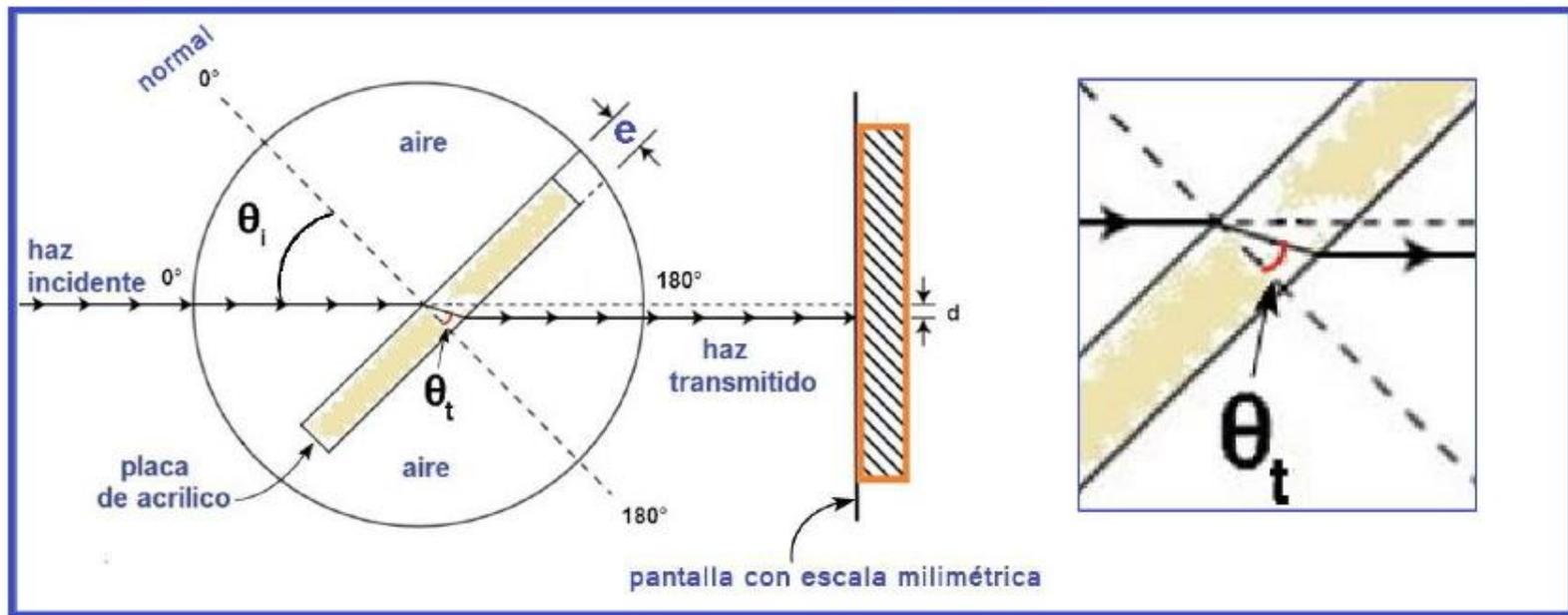
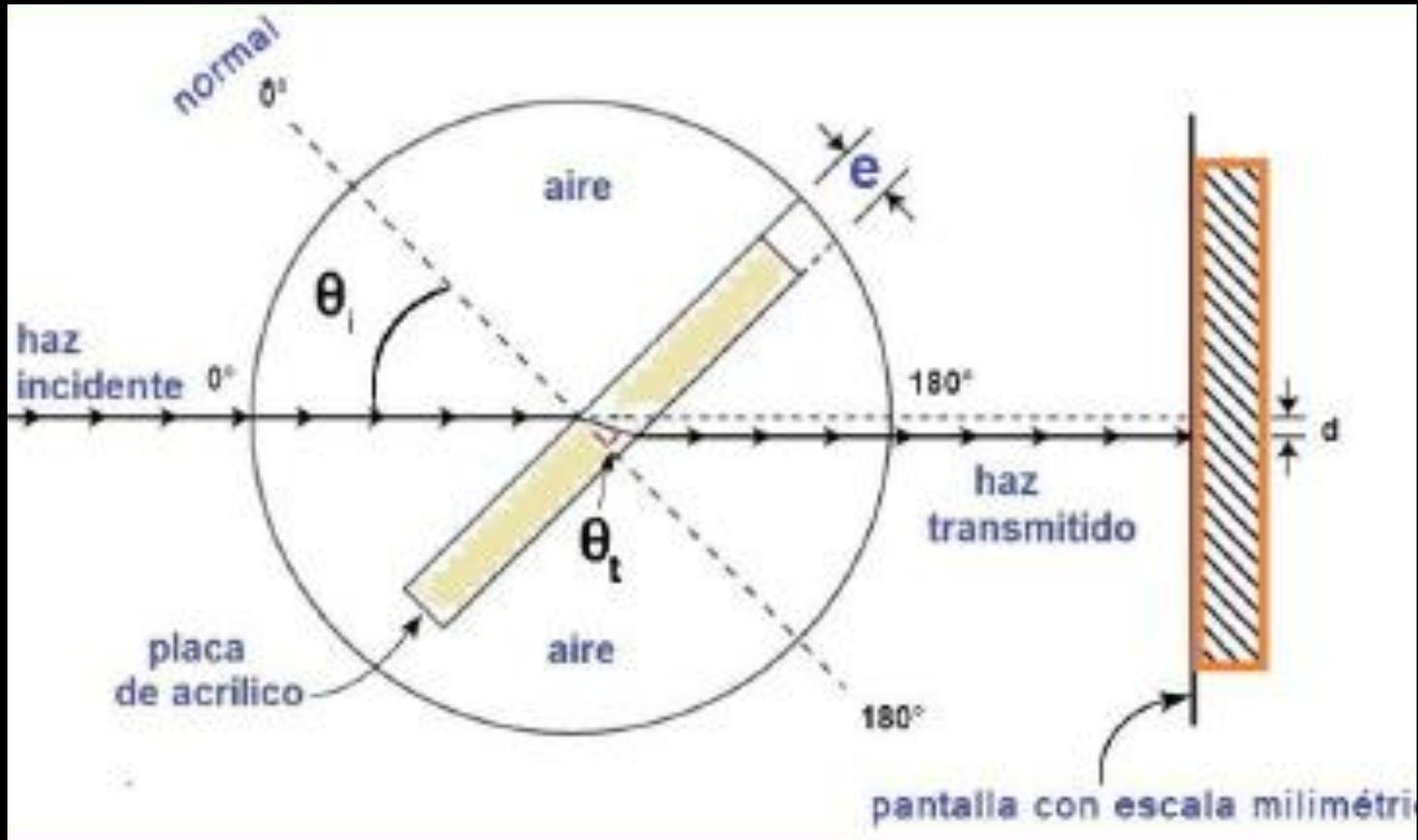


Figura 6. Medición de la desviación lateral  $d$ .



# Actividad 10

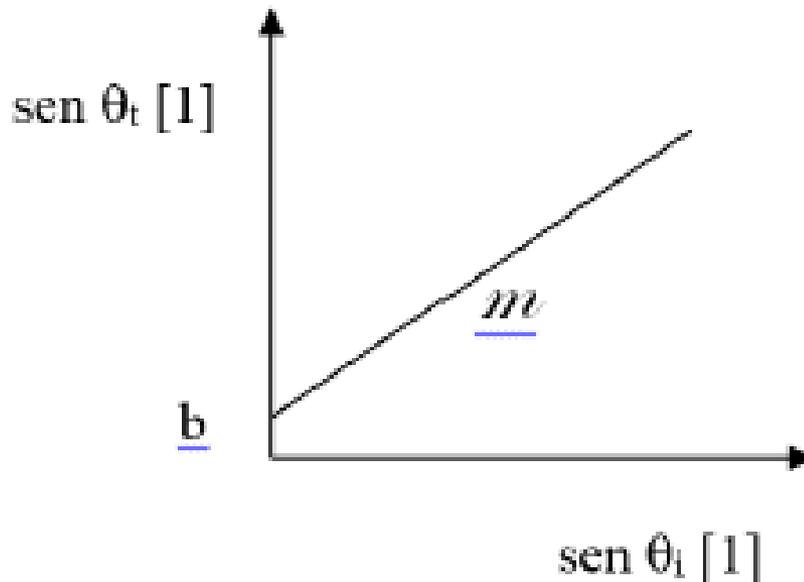
Proceder como la actividad anterior para cada ángulo de incidencia registrando la desviación lateral  $d$  correspondiente en la tabla siguiente.

| $\theta_i$ [°] | $d$ [mm] | $d/e$ [1] | $\text{sen } \theta_i$ | $\text{cos } \theta_i$ | $\text{tan } \theta_t$ | $\theta_t$ [°] | $\text{sen } \theta_t$ |
|----------------|----------|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|------------------------|
| 0              |          |           |                        |                        |                        |                |                        |
| 10             |          |           |                        |                        |                        |                |                        |
| 15             |          |           |                        |                        |                        |                |                        |
| 20             |          |           |                        |                        |                        |                |                        |
| 25             |          |           |                        |                        |                        |                |                        |
| 30             |          |           |                        |                        |                        |                |                        |
| 35             |          |           |                        |                        |                        |                |                        |

# Actividad 11

Considerando como abscisas (variable independiente) los valores de  $\text{sen } \theta_i$  y como ordenadas (variable dependiente) los valores de  $\text{sen } \theta_t$ , dibuje el modelo gráfico y obtenga el modelo matemático de  $\text{sen } \theta_t = f(\text{sen } \theta_i)$ .

# Actividad 11



$$\text{sen } \theta_t [1] = m [1] \text{sen } \theta_i [1] + b [1]$$

# Modelo Gráfico



# Variable independiente



¿Cuál es la variable independiente?



**Angulo de incidencia**

Para poder generar una recta,  
hacemos cambio de variable

---

$$\text{sen}\theta_i$$

# Variable independiente



# Pendiente



¿Cuál es el significado físico de la pendiente?



El índice de refracción

# Modelo Matemático



# Modelo Matemático

Calcular el valor de la pendiente ( $m$ ) y de la ordenada al origen ( $b$ ) y sustituirlo en la ecuación siguiente.

$$\text{sen}\theta_t [1] = m \begin{bmatrix} 1 \\ - \\ 1 \end{bmatrix} \text{sen}\theta_i [1] + b [1]$$

# Edición

Presentación

M. del Carmen Maldonado Susano

Fotos

Juan Manuel Gil Pérez

Álvaro Gámez Estrada

# Profesores revisores

**Ing. Ofelia Rodríguez Durán**

**I.Q .Luis Javier Acosta Bernal**

**M.I. Eduardo Bernal Vargas**

**M.I. Manuel de Jesús Vacio González**

# Colaboración

**Coordinador de FyQ**

Gabriel Alejandro Jaramillo Morales

**Jefa de Academia de laboratorios**

Antonia del Carmen Pérez León

# Bibliografía

## Manual de Prácticas de Física Experimental

Aguirre Maldonado Elizabeth

Gámez Leal Rigel

Jaramillo Morales Gabriel

# Bibliografía

## Física Universitaria

Volumen 1

Sears, Zemansky

Young, Freedman

Ed. Pearson Addison Wesley