

Universidad de Puerto Rico
Recinto Universitario de Mayagüez
Departamento de Física

Actividad de Laboratorio 10

La Ley de Reflexión y La Ley de Snell

Objetivos:

1. Determinar, para una superficie reflectora, la relación matemática entre la dirección a la que incide un rayo de luz y la dirección a la cuál se refleja.
2. Determinar, para una superficie refractora, la relación matemática entre la dirección a la que incide un rayo de luz y la dirección a la cuál se refracta.

Introducción:

Dos de los fenómenos que experimentan las ondas son el de reflexión y refracción. Ambos ocurren cuando el frente de la onda incide en la frontera que separa a dos medios de características diferentes en cada uno de los cuales las ondas pueden viajar con rapidez diferente. En la reflexión, una onda nueva parte de la superficie y continúa viajando en el mismo medio en el cuál estaba viajando la onda incidente. Existen dos tipos, la especular (la que ocurre en los espejos) y la difusa (ocurre en la mayoría de las superficies). En la refracción una nueva onda penetra el otro medio al llegar a la superficie entre ambos.

¿En qué dirección viaja la luz (o las ondas) una vez incide en la frontera entre dos superficies? ¿Qué características tendrá una vez se refleje o se refracte?

En esta actividad investigaremos estos dos fenómenos de reflexión y refracción de la luz (y de las otras ondas) y trataremos de contestar estas interrogantes.

Materiales y equipo:

caja de rayos	papel blanco
rombo	transportador
regla	

Procedimiento:

1. Coloque el rombo que se provee sobre la figura 1 tal que éste quede exactamente sobre la silueta de la figura.
2. Mueva el selector de rendijas de la caja de rayos hasta seleccionar una rendija.
3. Coloque la caja tal que el rayo que sale de la rendija pase por encima del rayo azul mostrado en la figura 1.
4. ¿Qué ocurre con la dirección del rayo al entrar al

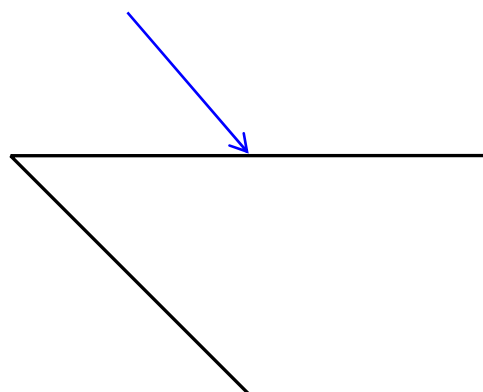


Figura 1

rombo? _____

5. ¿Qué ocurre con la dirección del rayo al salir del rombo? _____

6. Dibuje en la figura 1 el rayo que sale del rombo y luego el rayo dentro de éste. **Consulte con su instructor sobre posibles métodos de hacer esto.**

7. ¿Cómo compara la dirección del rayo que sale del rombo con el rayo inicial (representado por el rayo azul en la figura)? _____

8. ¿Es parte del rayo inicial reflejado en la superficie? Sí No Si su contestación es afirmativa, dibuje este rayo en la figura 1.

9. Coloque el rombo sobre la figura 2 tal que éste quede exactamente sobre la silueta de la figura.

10. Mueva el selector de rendijas de la caja de rayos hasta seleccionar dos rendijas.

11. Haga incidir los dos rayos paralelos de la forma en que lo hizo en el caso anterior. Dibuje en la figura 2 los rayos que salen del rombo, los reflejados de su superficie y los que viajan dentro de éste.

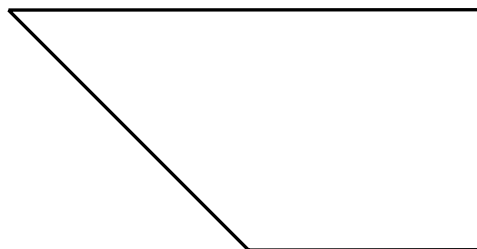


Figura 2

12. Describa los rayos reflejados de la superficie del rombo: _____

13. Describa los rayos que viajan dentro del rombo: _____

14. Describa los rayos que salen del rombo: _____

15. Coloque el rombo sobre la figura 3 tal que éste quede exactamente sobre la silueta de la figura.

16. Mueva el selector de rendijas de la caja de rayos hasta seleccionar tres rendijas.

17. Haga incidir los dos rayos paralelos de la forma en que lo hizo en el caso anterior. Dibuje en la figura 3 los rayos que salen del rombo, los reflejados de su superficie y los que viajan dentro de éste.

18. Describa los rayos reflejados de la superficie del rombo: _____

19. Describa los rayos que viajan dentro del rombo: _____

20. Describa los rayos que salen del rombo: _____

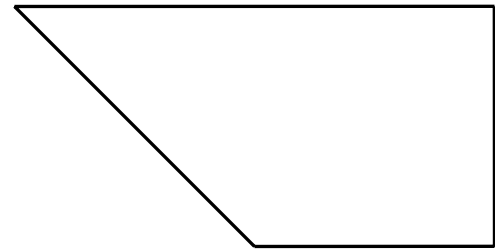


Figura 3

Lo que hemos estudiado hasta el momento nos ofrece claves sobre qué ocurre cuando la luz viaja de un medio (aire) a otro (acrílico). Hemos observado que parte de la luz es reflejada y parte es transmitida al otro medio. La luz que entra al otro medio es *refractada*, o sea, sufre un cambio en su dirección respecto a la dirección original de ésta. También hemos encontrado que rayos de luz paralelos se mantienen paralelos una vez se reflejan. Este tipo de reflexión es llamada *especular*, como mencionamos en la introducción. Esto ocurre debido a que la superficie del rombo es plana y suave. En superficies reflectoras con rugosidad ocurre reflexión *difusa*. Estudiaremos con más detalle los fenómenos de reflexión y refracción.

21. Mueva el selector de rendijas de la caja de rayos hasta seleccionar una rendija.

22. En las siete figuras a continuación coloque el rombo y oriente la caja de rayos para que el rayo pase por encima de la línea azul. El rayo debe atravesar la superficie donde esta línea se cruza con la normal (vertical perpendicular a la superficie del rombo).

DIBUJE LOS RAYOS REFLEJADOS Y REFRACTADOS CON MUCHO CUIDADO.

23. Mida el ángulo incidente (θ_i), reflejado (θ_r) y refractado (θ_R) y anote sus resultados en las tablas 1 y 2 respectivamente. Use la columna G1 en ambas tablas.

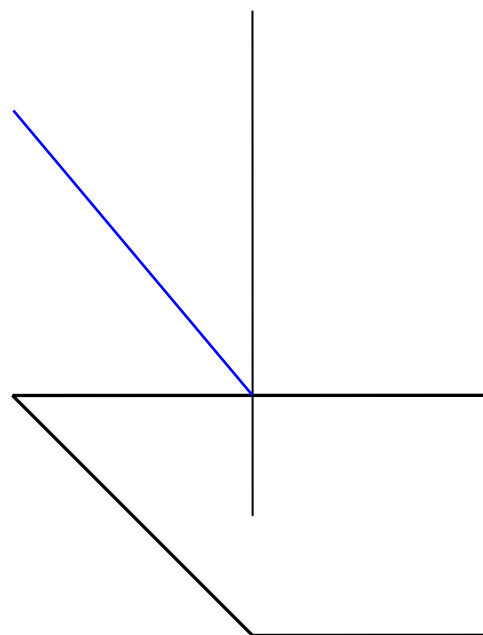
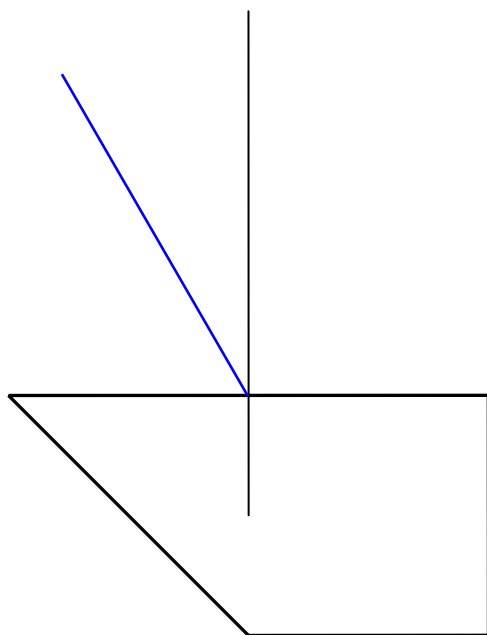
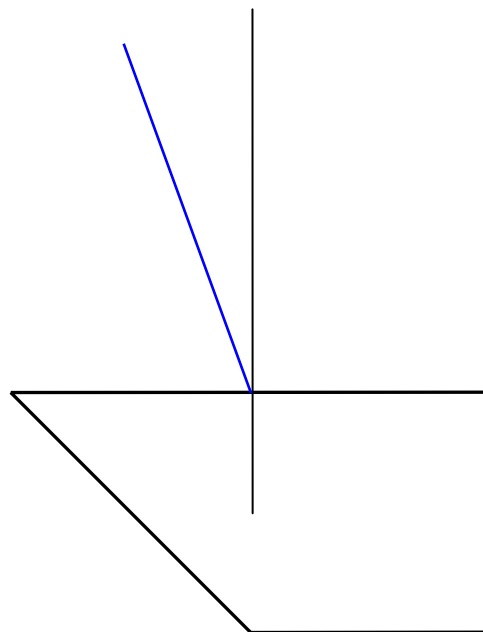
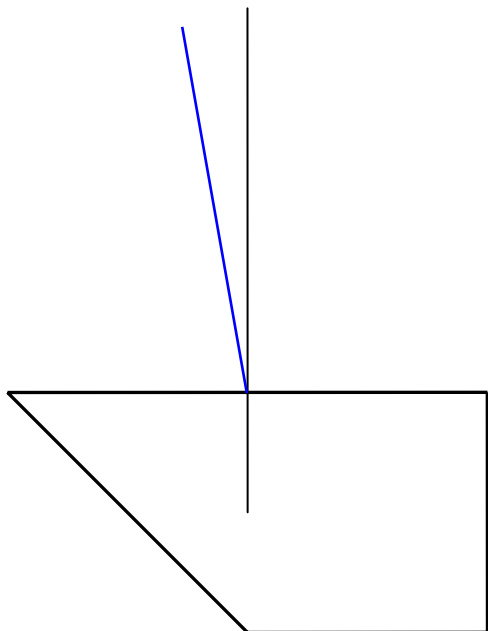
θ_i	θ_r G1	θ_r G2	θ_r G3	θ_r G4	θ_r G5	θ_r G6	$\bar{\theta}_r$

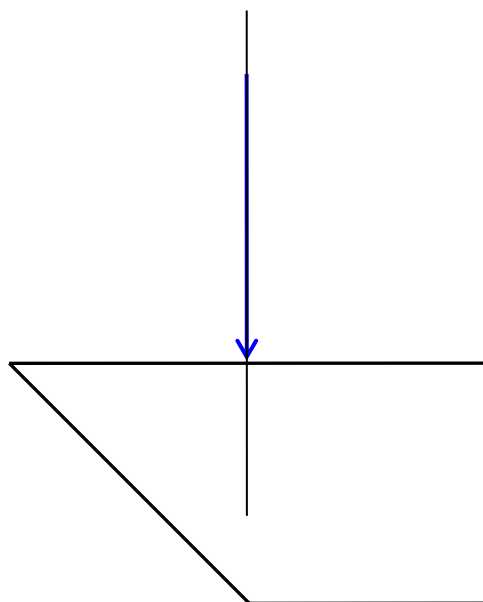
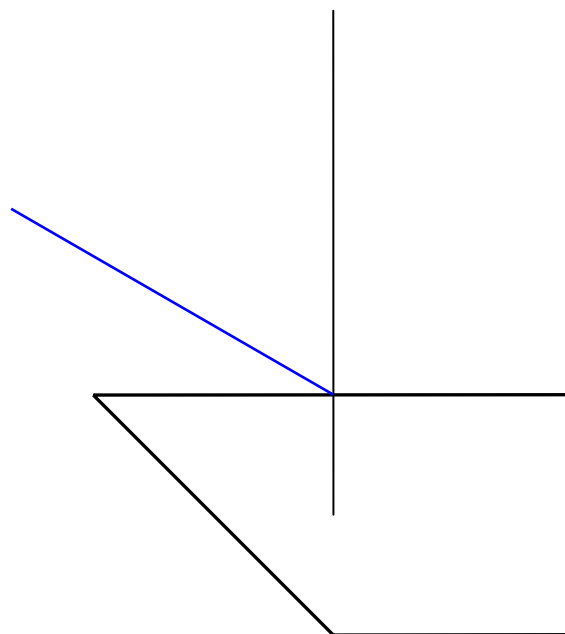
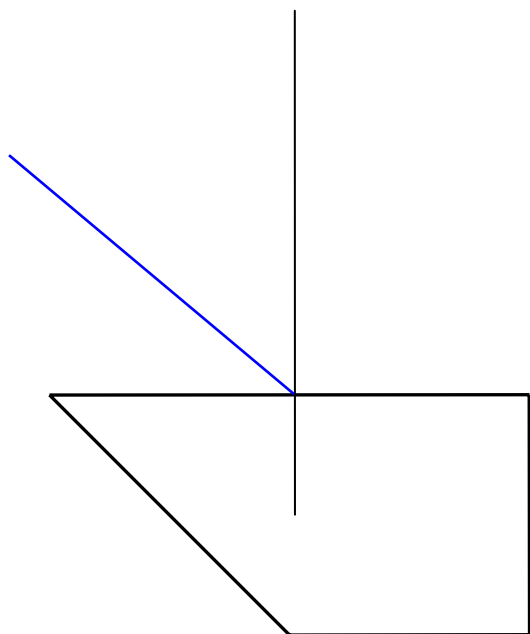
Tabla 1: ángulo incidente y ángulo reflejado

θ_i	θ_R G1	θ_R G2	θ_R G3	θ_R G4	θ_R G5	θ_R G6	$\bar{\theta}_R$

Tabla 2: ángulo incidente y ángulo refractado.

- 24. En las columnas G2 a la G6 de la Tabla 1 anote los valores de θ_r obtenidos por los otros grupos. y refractado (θ_R)
- 25. En las columnas G2 a la G6 de la Tabla 2 anote los valores de θ_R obtenidos por los otros grupos.
- 26. Para cada caso calcule los promedios $\bar{\theta}_r$ y $\bar{\theta}_R$ respectivamente.





Resultados

27. Grafique $\bar{\theta}_r$ vs. θ_i . Para hacer esto corra el programa DataStudio™. Seleccione *Enter Data*. Aparecerá una tabla y una gráfica. Entre los datos a la tabla. Note que al entrar los datos estos quedan graficados simultáneamente en la gráfica.

28. ¿Qué relación matemática existe entre $\bar{\theta}_r$ y θ_i ? _____

29. Haga un ajuste a los datos. Anote el valor de la pendiente:

$m =$

30. En el menú principal seleccione *Curve Fit* y escriba la ecuación matemática (descarte el intercepto):

$\bar{\theta}_r =$

31. ¿Qué podemos concluir sobre la relación entre el ángulo incidente y reflejado basándonos en nuestros resultados? _____

Su resultado es conocido como la *Ley de Reflexión*. **Imprima la gráfica.**

32. Complete la siguiente tabla usando los datos de la Tabla 2.

$\sin \theta_i$	$\sin \bar{\theta}_R$

33. Grafique $\text{Sin} \theta_i$ vs. $\text{Sin} \bar{\theta}_R$. Para hacer esto llene la tabla de DataStudio™ usando los datos de la tabla anterior.
34. ¿Qué relación matemática existe entre $\text{Sin} \theta_i$ y $\text{Sin} \bar{\theta}_R$? _____
35. Haga un ajuste a los datos. Anote el valor de la pendiente:

$$m =$$

36. En el menú principal seleccione *Curve Fit* y escriba la ecuación matemática (descarte el intercepto):

$$\text{Sin} \theta_i =$$

¡Felicidades!, usted ha encontrado experimentalmente la *Ley de Snell* para el caso de luz que pasa del aire a acrílico. Cuando la luz pasa de un medio transparente a otro, se refracta debido a que la rapidez de la luz en los medios es distinta. Definimos entonces el *índice de refracción*, n como la razón:

$$n = \frac{\text{rapidez de la luz en el vacío}}{\text{rapidez de la luz en el medio}} = \frac{c}{v}$$

La rapidez de la luz es $c = 2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$ y es una constante fundamental. De esta expresión vemos que el índice de refracción es siempre mayor o igual a 1, debido a que siempre $v \leq c$. En el vacío $n = 1$. En el aire, el valor del índice de refracción es $n_{\text{aire}} = 1.000293$. Para efectos prácticos aproximaremos su valor a 1. En nuestro caso la Ley de Snell se expresa como: $n_{\text{aire}} \text{Sin} \theta_i = n_{\text{acr}} \text{Sin} \theta_R$. La pendiente obtenida en nuestro experimento es, por lo tanto, el índice de refracción del acrílico. El valor de n para el acrílico, según su experimento, es:

$$n_{\text{acr}}^M = m =$$

37. El valor experimental aceptado para este caso es $n_{\text{acr}}^A = 1.50$. Calcule el por ciento de diferencia entre su valor para el índice de refracción y el valor aceptado.

$$\%D =$$

38. Calcule la rapidez de la luz en el acrílico:

$$v_{acr} =$$

39. Imprima su gráfica.