

# Módulo 5: Reflexión y refracción

1

## Algunos procesos físicos importantes

- Reflexión
- Refracción
- Dispersión

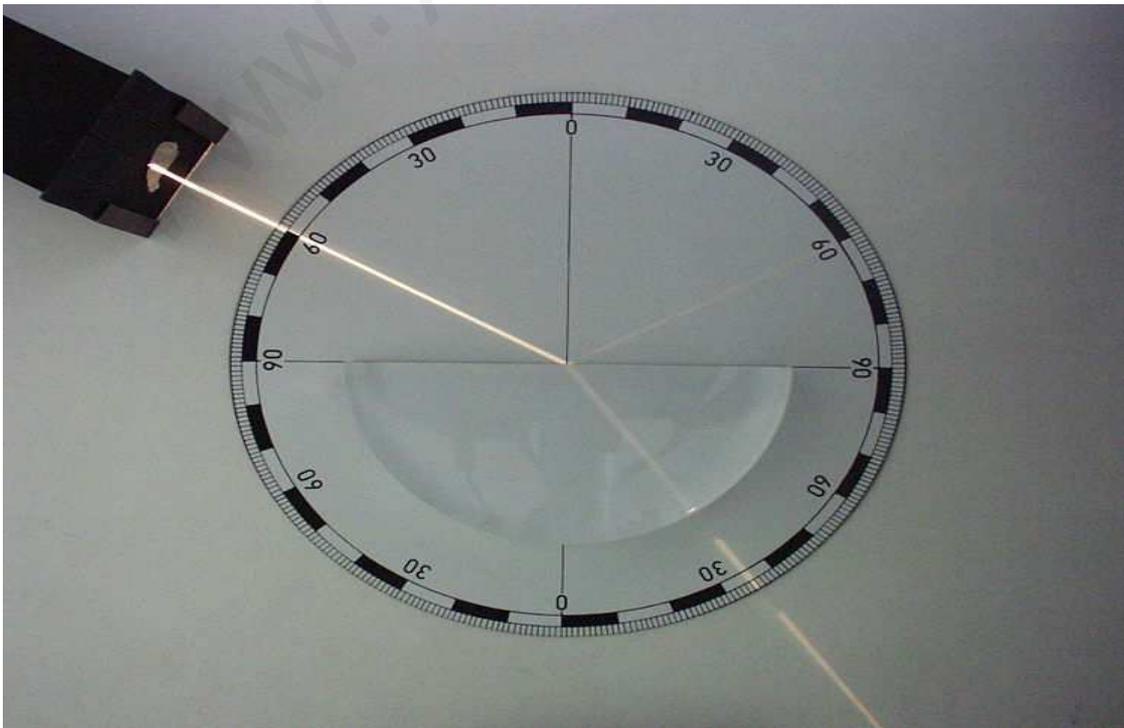
2

# Refracción y reflexión

- Cuando la luz incide sobre la superficie de separación de dos medios que poseen velocidades de luz diferentes, parte de la energía luminosa se transmite (refracción) y parte se refleja (reflexión)

3

# Refracción



4

# Refracción y reflexión

- ¿Pero la velocidad de la luz no era constante e igual a 300000 km/s?
- Nooo!!! La velocidad de la luz en un medio transparente como el aire, el agua o el vidrio, es menor que en el vacío.

5

## Refracción

- Sólo se produce si la onda incide oblicuamente sobre la superficie de separación de los dos medios y si éstos tienen **índices de refracción** distintos.
- El índice de refracción,  $n$ , es un número adimensional que caracteriza a un medio transparente, y se define por:

$$n = c/v$$

- Donde  $c$  es la velocidad de la luz en el vacío, y  $v$  la velocidad de la luz en el medio

6

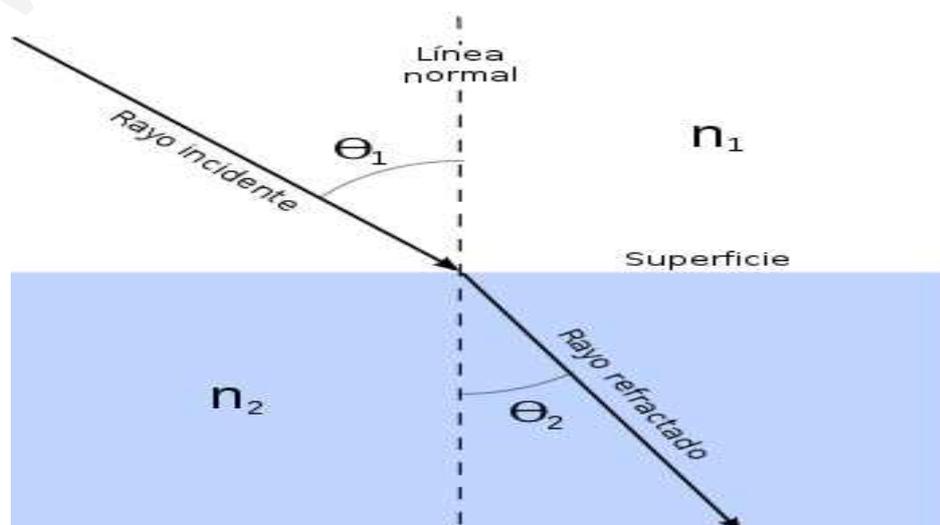
# Refracción

- Para el agua,  $n=1.33$ , mientras que para el vidrio  $n$  varía de 1.50 a 1.66, según sea el tipo de vidrio.
- El índice de refracción del diamante es muy elevado, 2.4. ¿Qué significa esto?
- El del aire es 1,0003. ¿Qué significa esto?
- Por eso podemos suponer que la velocidad de la luz en el aire es la misma que en el vacío.

7

# Refracción

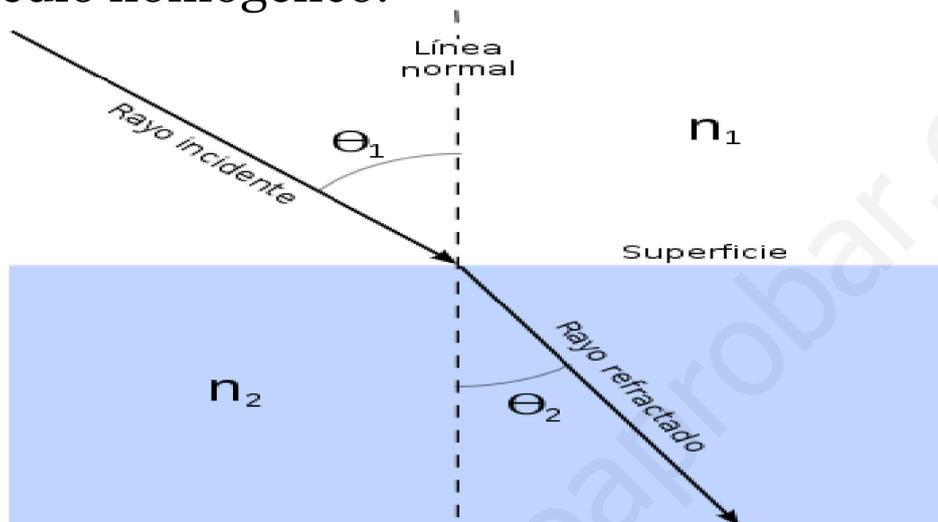
- La refracción sólo se produce si la onda incide oblicuamente sobre la superficie de separación de los dos medios y si éstos tienen **índices de refracción** distintos.



8

# Refracción

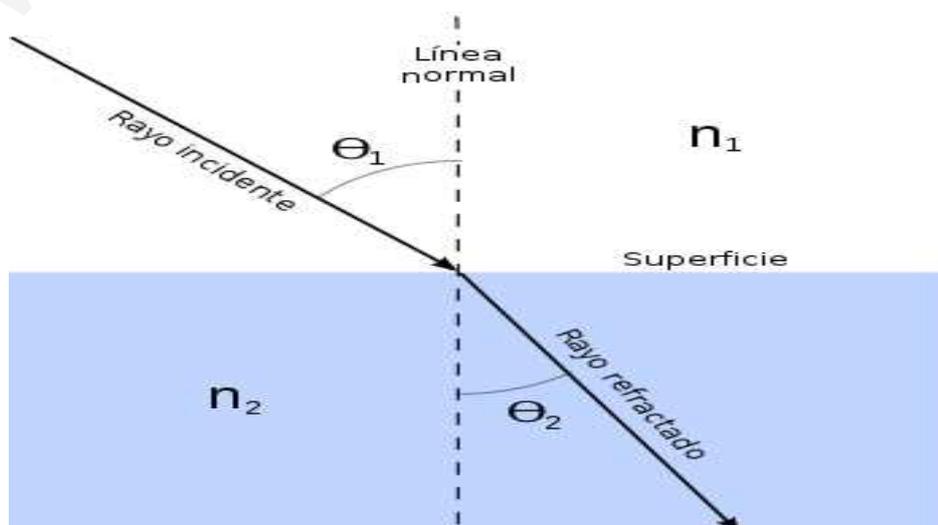
- La refracción se origina en el cambio de velocidad de propagación de la onda.
- Y el índice de refracción es una medida que determina la reducción de la velocidad de la luz al propagarse por un medio homogéneo.



9

# Ley de Snell de la refracción

- Fue descubierta experimentalmente por Willebrod Snell en 1621.
- Y dice que los ángulos de incidencia y refracción vienen relacionados por:  $n_1 \text{ sen } \theta_1 = n_2 \text{ sen } \theta_2$



10

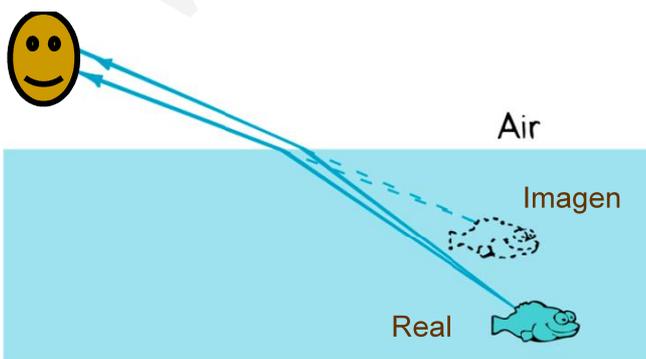
# Ejemplo

- Un rayo de luz que se propaga en el aire entra en el agua con un ángulo de incidencia de  $45^\circ$ . Si el índice de refracción del agua es 1.33, ¿Cuál es el ángulo de refracción?
- Solución:  $\theta_2 = 32,1^\circ$

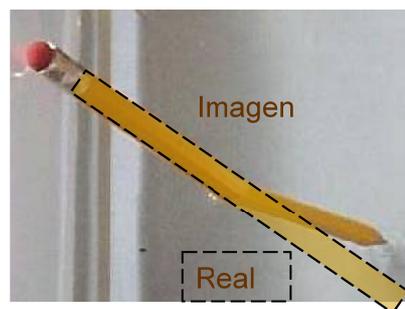
11

## Efectos ópticos debidos a la refracción

Los rayos de luz se desvían (refractan) cuando pasan del agua al aire, haciendo que los objetos parezcan menos profundos y más cerca del observador



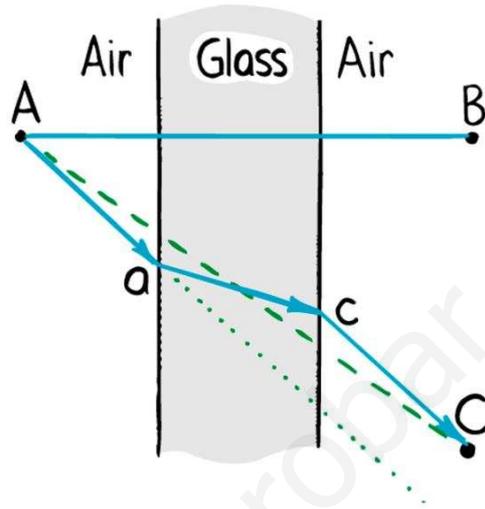
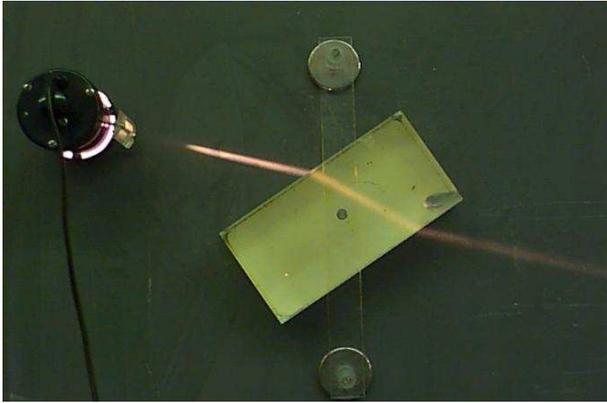
Copyright © 2006 Paul G. Hewitt, printed courtesy of Pearson Education Inc., publishing as Addison Wesley.



12

# Volviendo al medio original

La luz es refractada cuando entra en el bloque, y vuelve a refractar cuando lo deja y vuelve al medio original (saliendo paralela)



Copyright © 2006 Paul G. Hewitt, printed courtesy of Pearson Education Inc., publishing as Addison Wesley.

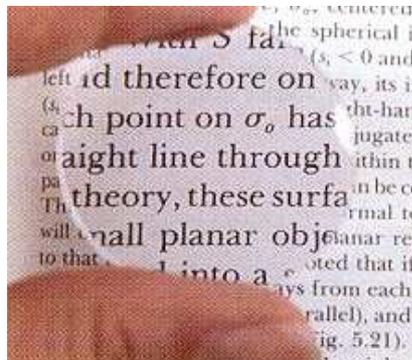
13

# Lentes

La curvatura de la superficie de una lente produce una refracción que varía con el ángulo de curvatura.



Las lentes cóncavas hacen la imagen más pequeña

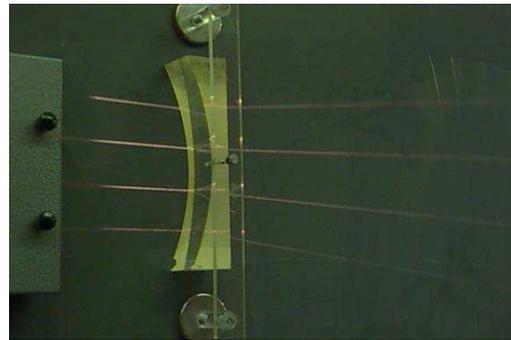
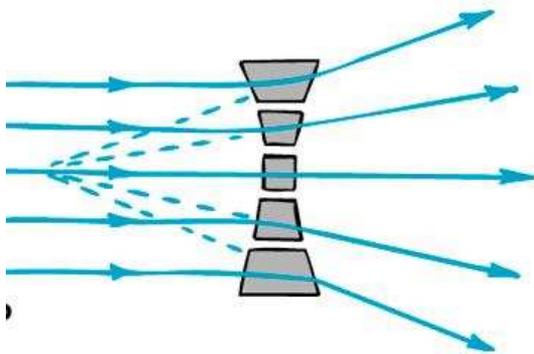


Las lentes convexas hacen la imagen más grande

14

## Lentes cóncavas

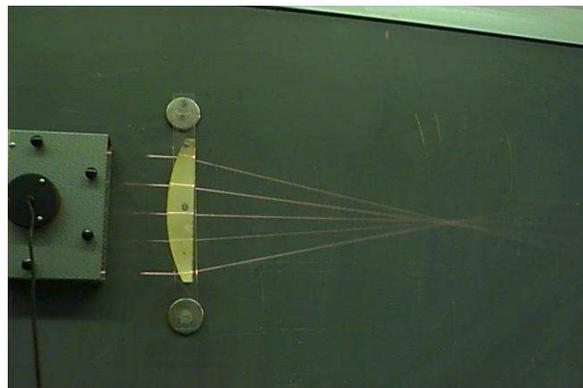
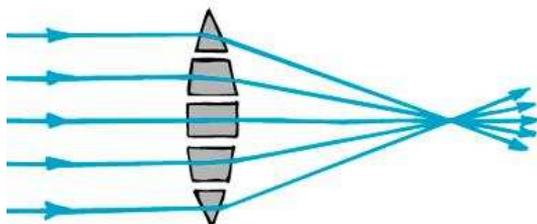
La superficie curvada de una lente cóncava provoca que los rayos de luz diverjan, encogiendo las imágenes



15

## Lentes convexas

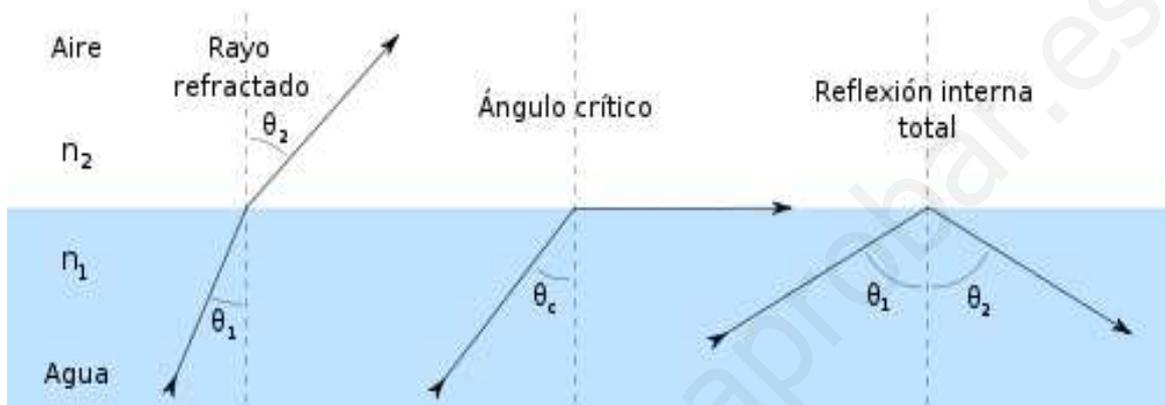
La superficie curvada de una lente cóncava provoca que los rayos de luz converjan, amplificando las imágenes



16

# Ángulo crítico

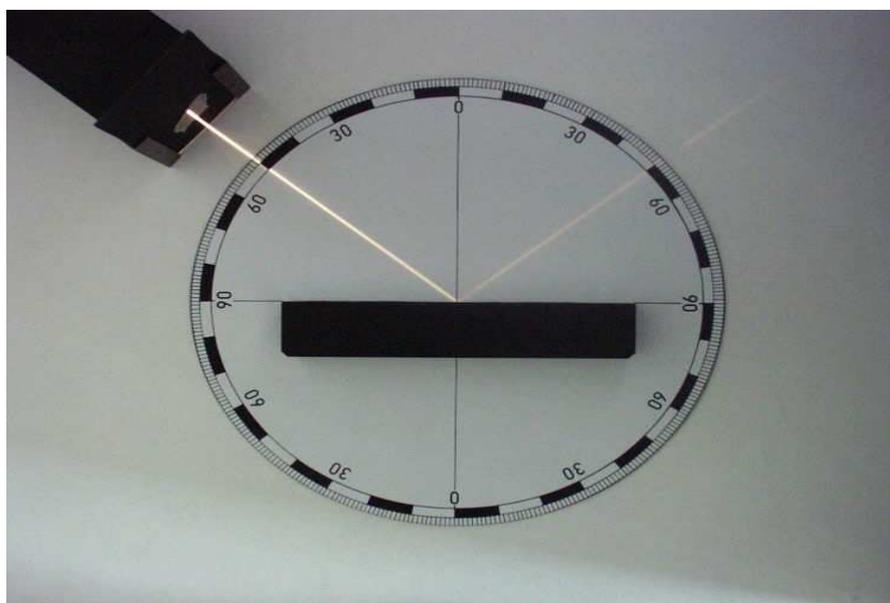
- El índice de refracción de un material determinado sirve también para determinar el ángulo crítico de una sustancia.
- Cualquier rayo incidente ( $\theta_1$ ) que tenga un ángulo mayor al ángulo crítico de un determinado material, en lugar de refractarse, se reflejará.



17

# Reflexión

- La reflexión es el cambio de dirección de un rayo o una onda que ocurre en la superficie de separación entre dos medios, de tal forma que regresa al medio inicial.



18

# Ángulo crítico

- El ángulo crítico se define como aquel ángulo de incidencia para el cual, el ángulo de refracción es  $90^\circ$
- Si hago  $\theta_2 = 90^\circ$  en la ley de Snell, podemos ver que el ángulo crítico viene dado por:

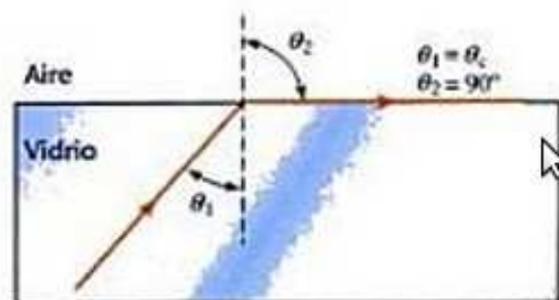
$$n_1 \operatorname{sen} \theta_c = n_2 \operatorname{sen} 90^\circ = n_2 \cdot 1$$

- Luego tenemos que  **$\operatorname{sen} \theta_c = n_2 / n_1$**

19

## Ejemplo

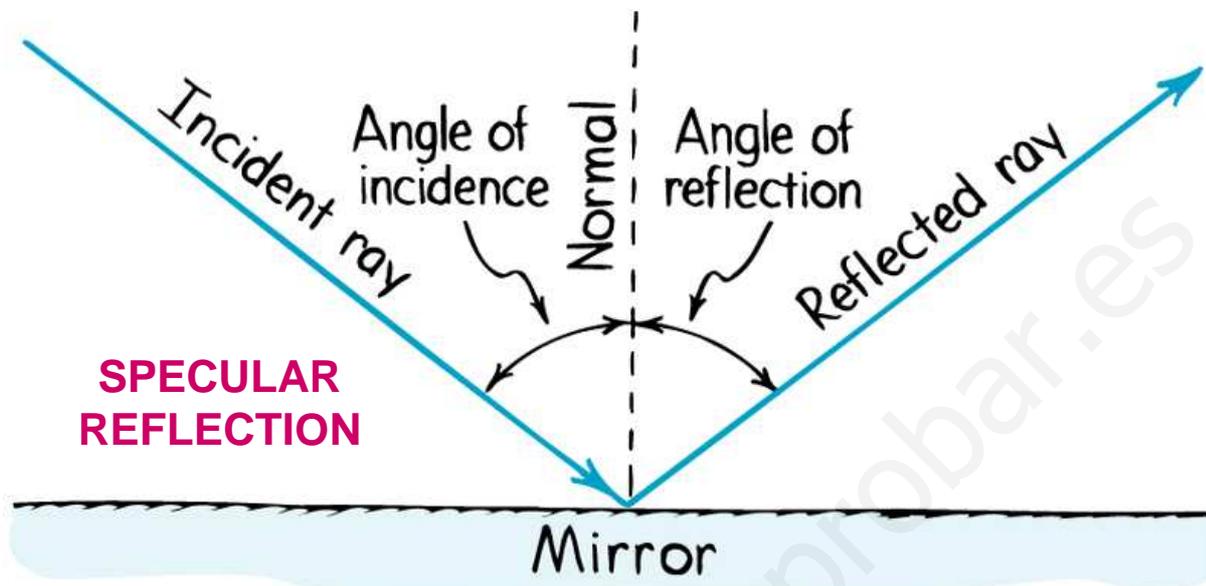
- Un vidrio determinado posee un índice de refracción  $n=1.50$ . ¿Cuál es el ángulo crítico para la reflexión total de la luz que sale de este vidrio y entra en el aire, para el cual,  $n=1$ ?
- Solución:  $\theta_c = 41,8^\circ$



20

# Ley de la reflexión

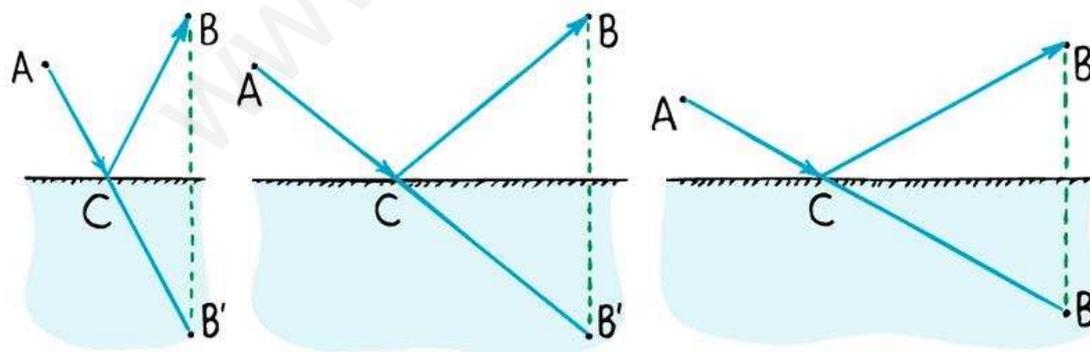
En una reflexión total o reflexión especular el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión



Copyright © 2006 Paul G. Hewitt, printed courtesy of Pearson Education Inc., publishing as Addison Wesley.

21

# Trazado del rayo

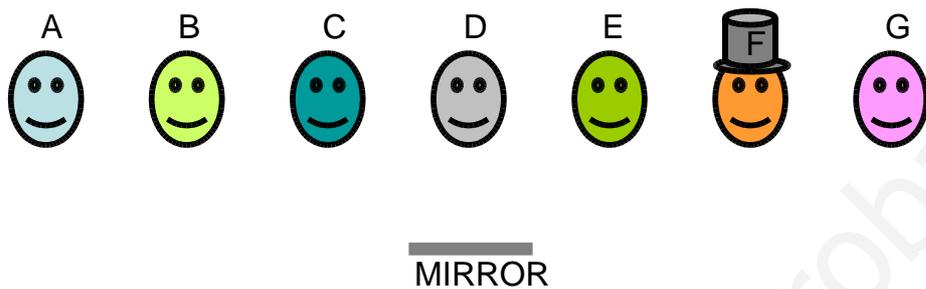


Notar la relación entre el punto B (a donde el rayo es reflejado) y el punto B' (donde el rayo iría si el espejo no estuviese ahí)

22

## Quién lo ve?

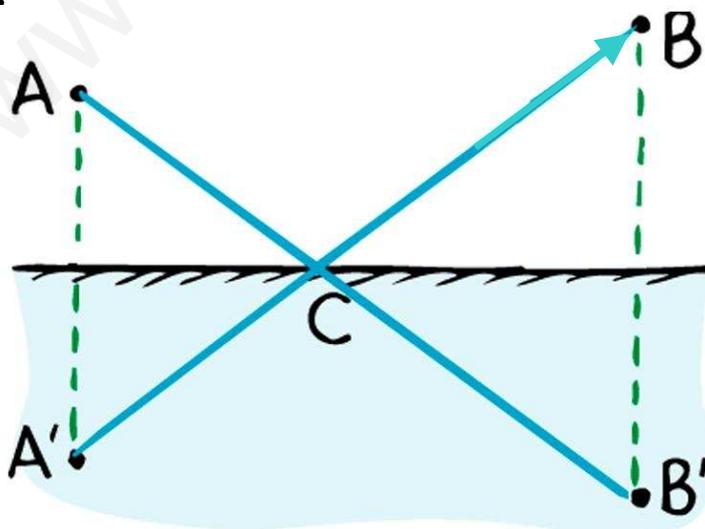
Qué personas verían en el espejo a la que lleva sombrero (persona F)?



23

## Reflexión de la imagen en un espejo

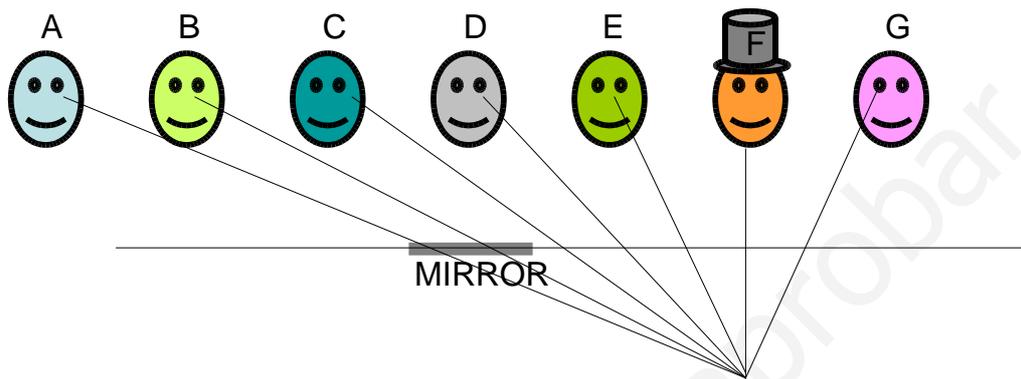
Para observar el punto B, la luz desde el punto A debe parecer que viene desde el punto A', en el espejo.



24

# Quién lo ve?

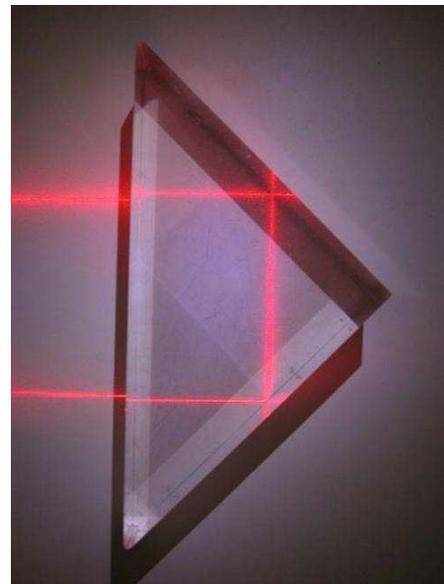
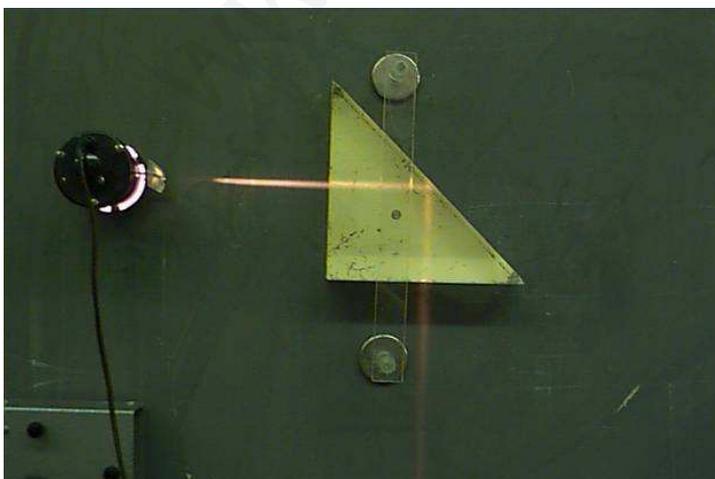
Qué personas verían en el espejo a la que lleva sombrero (persona F)?



25

# Reflexión interna total

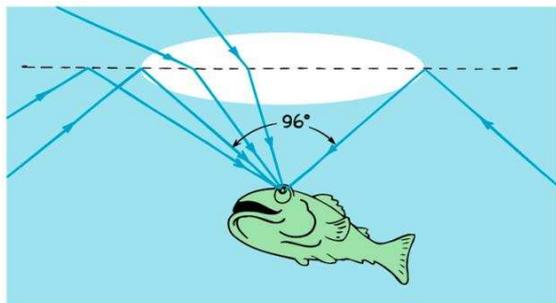
El prisma permite demostrar la reflexión interna total si el ángulo de incidencia es suficientemente grande



26

# Mirando hacia arriba sumergidos

Intenta esto cuando estés en la piscina este verano



Mirando justo arriba vemos el cielo, pero fuera de ese cono de superficie de  $96^\circ$  es como un espejo

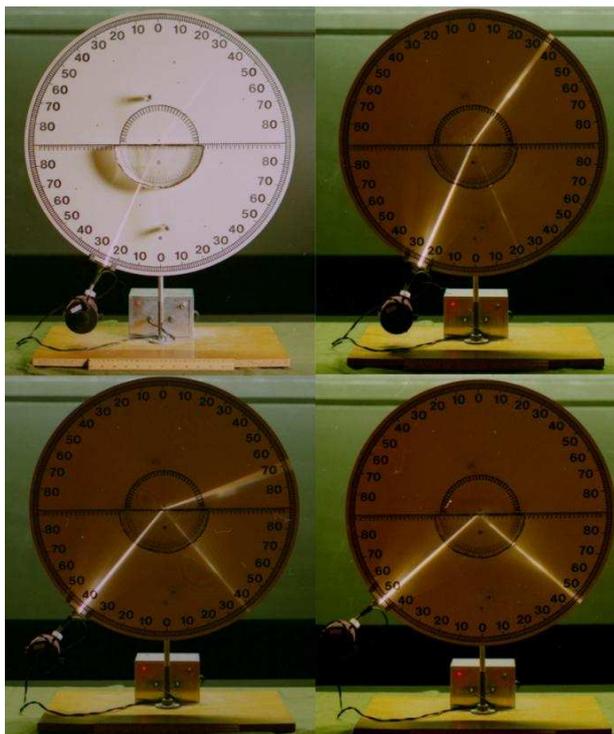
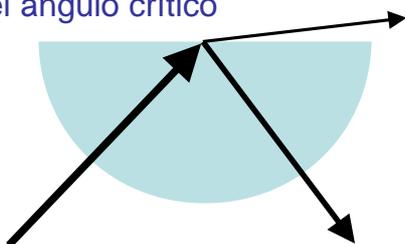


27

# Reflexión interna total

Más allá del ángulo crítico, toda la luz es reflejada internamente

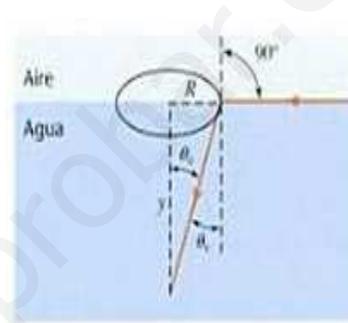
Justo por debajo del ángulo crítico



28

# Ejemplo

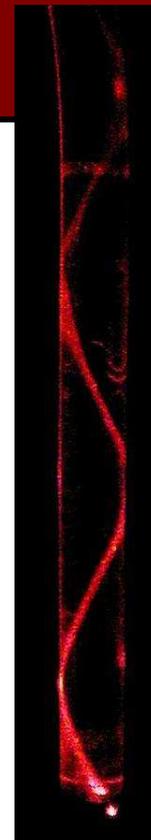
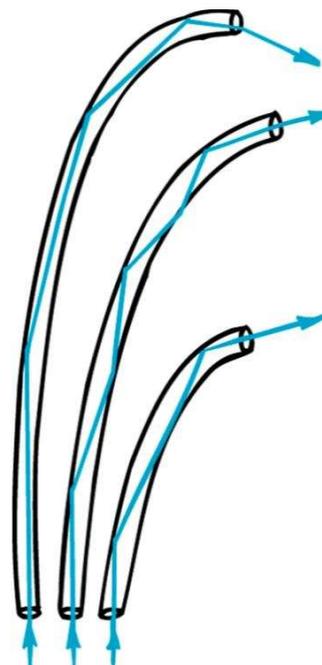
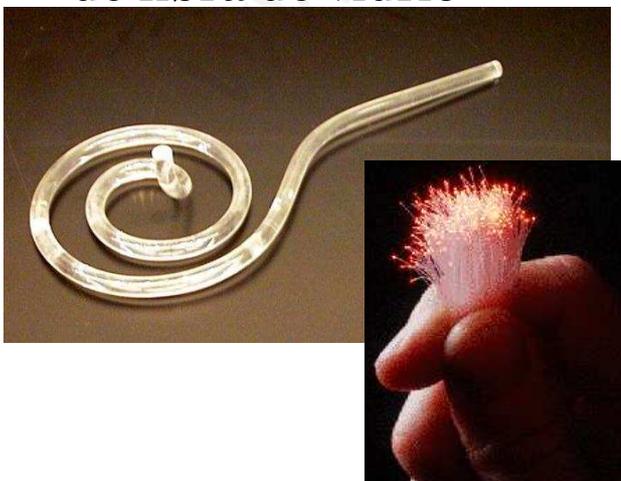
- Supongamos que nos encontramos en una piscina, buceando. Miramos hacia arriba y notamos que vemos los objetos que están por encima del nivel del agua dentro de un cono de luz cuya base está en la superficie, y cuyo radio aproximadamente es de 2 m.
- Si dirigimos la vista fuera de dicho cono, nuestra única visión es de los diferentes lugares de la piscina, ¿a qué profundidad nos encontramos?
- Ayuda: notar que  $\tan \theta_c = R/y$
- Solución: 1.75 m



29

# Fibra óptica

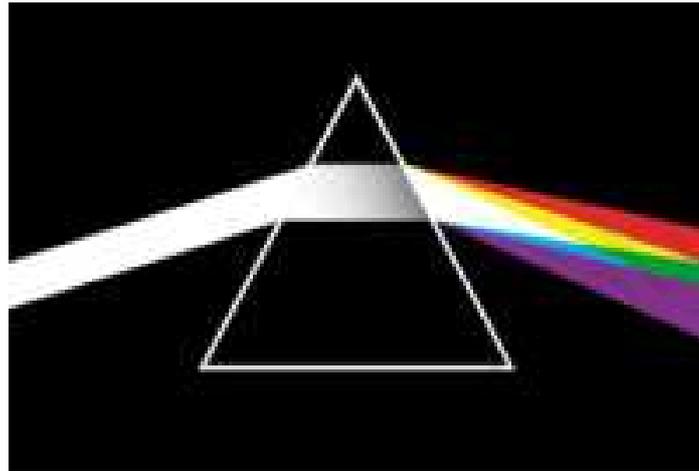
La reflexión interna total provoca que la luz se refleje dentro de un tubo de fibra de vidrio



30

# Dispersión

- La dispersión de la luz es un fenómeno que se produce cuando un rayo de luz compuesta se refracta en algún medio (por ejemplo un prisma), quedando separados sus colores constituyentes.



31

# Dispersión

- La causa de que se produzca la dispersión es que el índice de refracción disminuye cuando aumenta la longitud de onda, de modo que las longitudes de onda más largas (rojo) se desvían menos que las cortas (azul).



32

# Arco iris



[www.yoquieroai.com](http://www.yoquieroai.com)