

# PIANO NAZIONALE LAUREE SCIENTIFICHE



## LABORATORIO DI OTTICA

<http://www.dmf.unisalento.it/LaureeScientificheFisica>  
[marialuisa.degiorgi@unisalento.it](mailto:marialuisa.degiorgi@unisalento.it)

# OTTICA

Scienza che studia la luce e i fenomeni ad essa collegati

## Ottica geometrica

Ignora il carattere ondulatorio della luce e parla di raggi luminosi che si propagano in linea retta.

Fenomeni descritti dall'ottica geometrica:  
**riflessione e rifrazione**

## Ottica fisica

Si occupa della natura ondulatoria della luce.

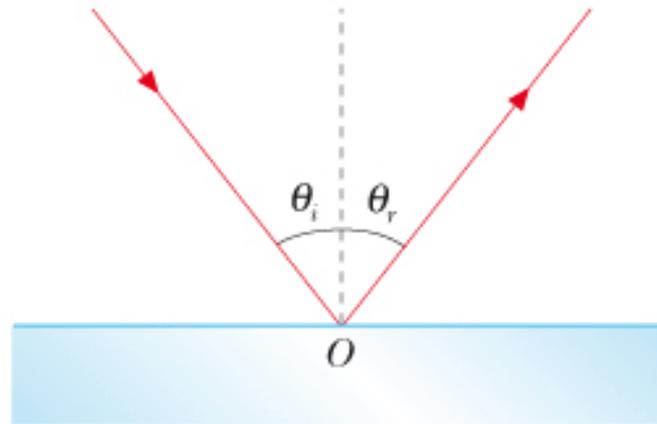
Fenomeni interpretabili solo in termini di ottica ondulatoria:

**interferenza,  
diffrazione e  
polarizzazione**

# La riflessione

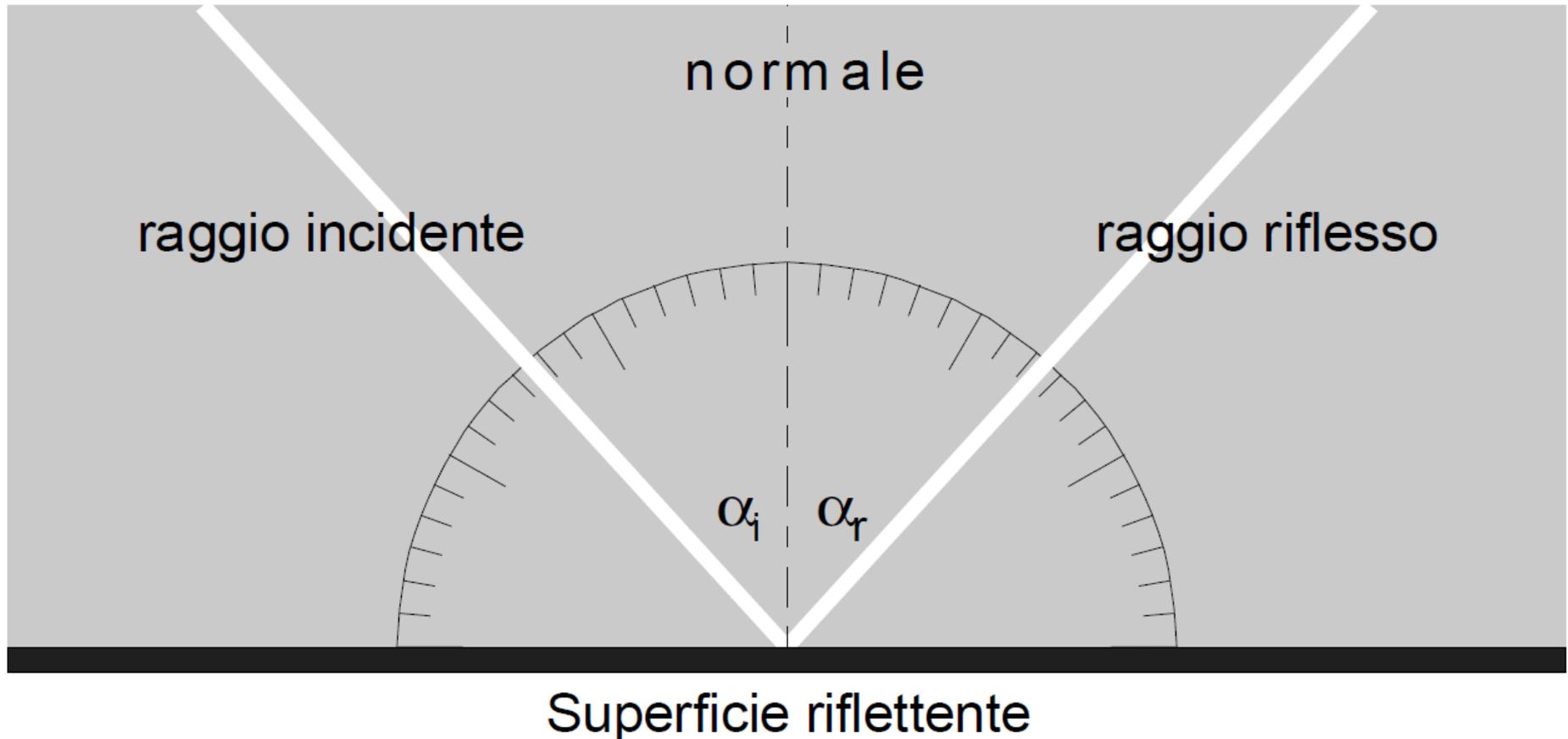
Si ha il fenomeno della riflessione ogni volta che un fascio di luce, dopo aver colpito un corpo non trasparente lucido e levigato, rimbalza sulla sua superficie e viene deviato in un'altra direzione.

Il raggio di luce che arriva sulla superficie lucida e levigata (raggio incidente) viene "rimandato indietro" (raggio riflesso) in una direzione diversa, secondo regole ben precise.



## Leggi della riflessione

- Il raggio incidente, il raggio riflesso e la normale allo specchio giacciono sullo stesso piano
- L'angolo formato dal raggio incidente e dalla normale è uguale a quello formato dal raggio riflesso e dalla normale



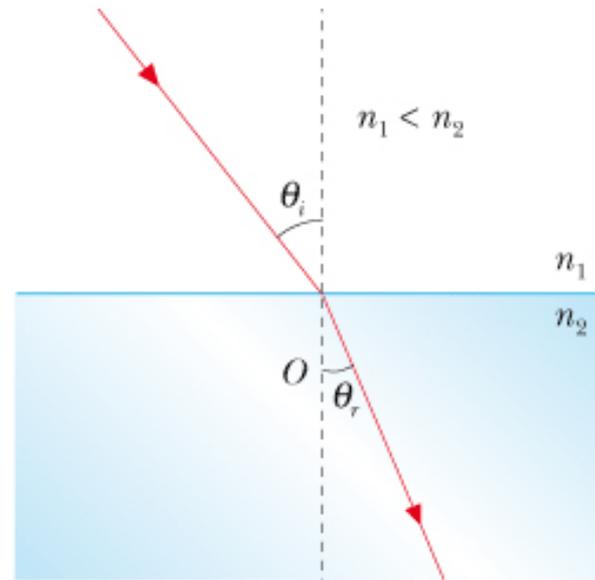
# La rifrazione

Sappiamo che i raggi luminosi nell'aria si propagano in linea retta e che nell'acqua si propagano nello stesso modo.

Tuttavia la velocità della luce nei due mezzi trasparenti è diversa perché diversa è la loro densità.

I raggi luminosi, perciò, nel passaggio da un mezzo meno denso (l'aria) ad uno più denso (acqua) rallentano e vengono deviati: questo fenomeno è detto rifrazione della luce.

$$n = c/v$$

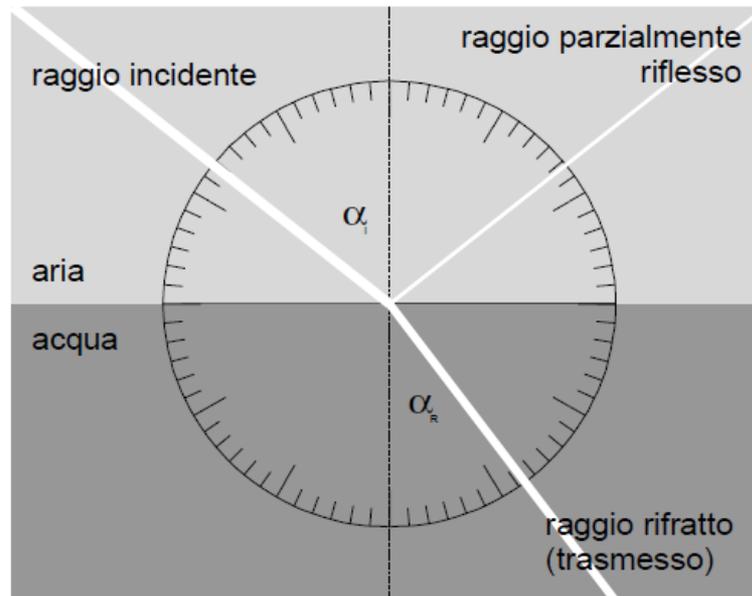


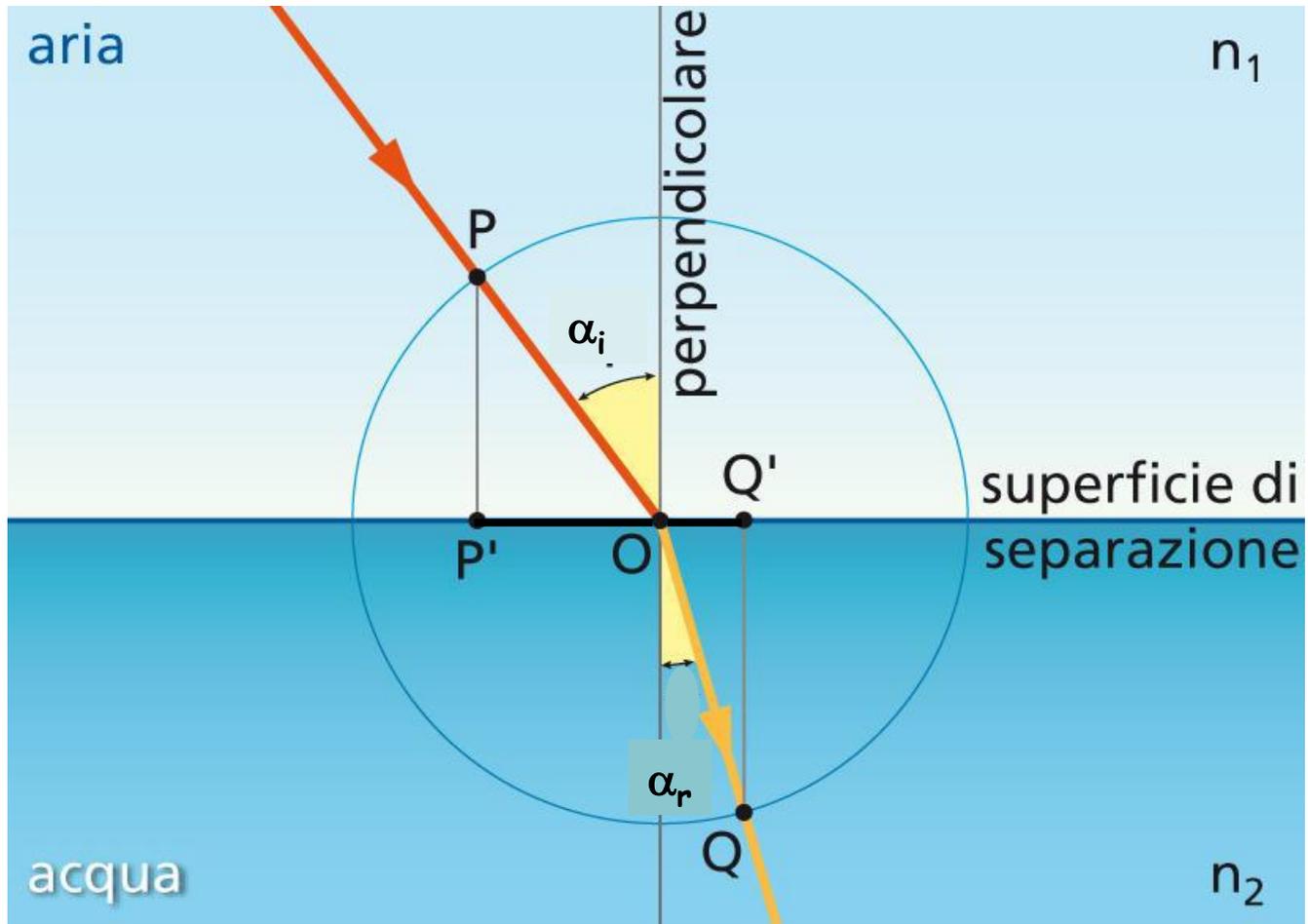
## Leggi della rifrazione (Snell)

- Il raggio incidente, il raggio rifratto e la normale allo specchio giacciono sullo stesso piano
- L'angolo formato dal raggio incidente e dalla normale ( $\alpha_i$ ) e quello formato dal raggio rifratto e dalla normale ( $\alpha_r$ ) sono legati dalla seguente relazione

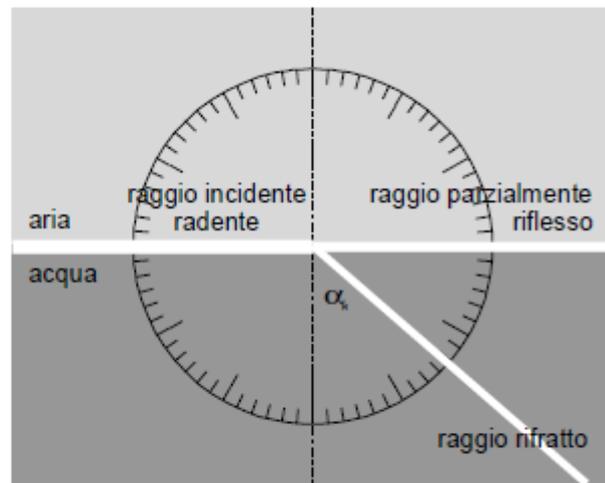
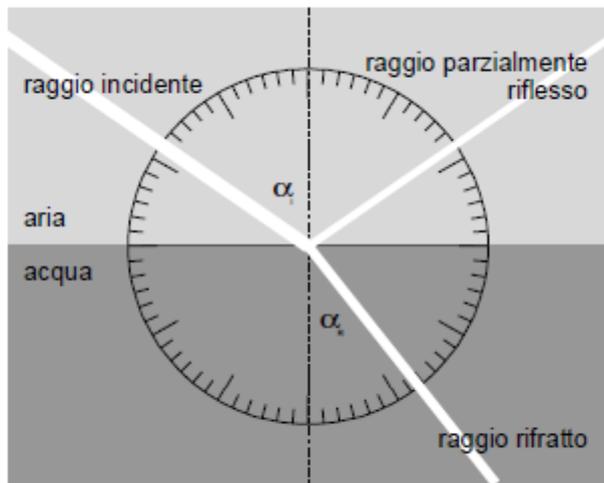
$$n_1 \text{ sen } \alpha_i = n_2 \text{ sen } \alpha_r$$

dove  $n_1$   $n_2$  sono gli indici di rifrazione dei due mezzi ( $n_{\text{aria}}=1$ ,  $n_{\text{acqua}}=1.33$ ,  $n_{\text{vetro}}=1.3-1.5$ )

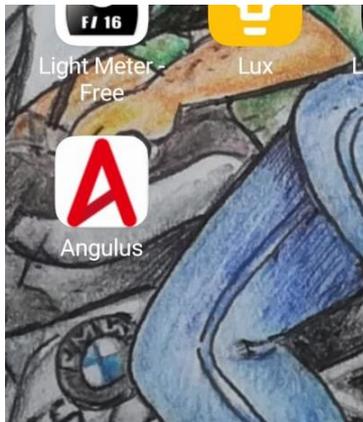




$$n_1 \sin \alpha_i = n_2 \sin \alpha_r \quad \longleftrightarrow \quad n_1 OP' = n_2 OQ'$$



## Leggi della rifrazione e misura dell'indice di rifrazione con Angulus





$$n_1 \sin \alpha_i = n_2 \sin \alpha_r$$

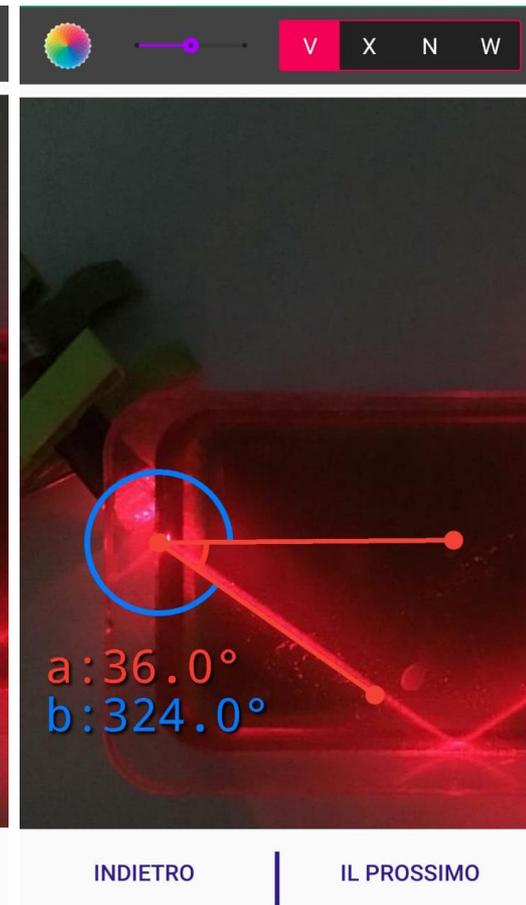
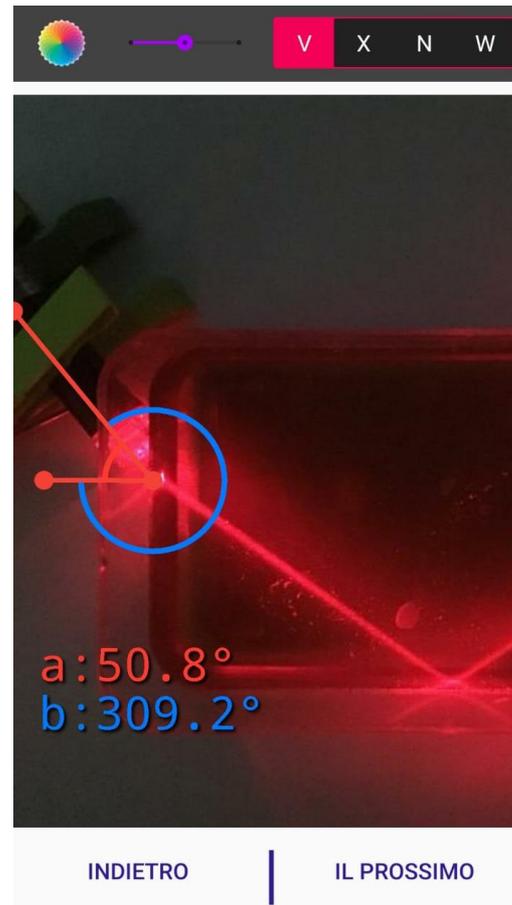
$$n_2 = n_1 \sin \alpha_i / \sin \alpha_r$$

$$n_1 = 1$$

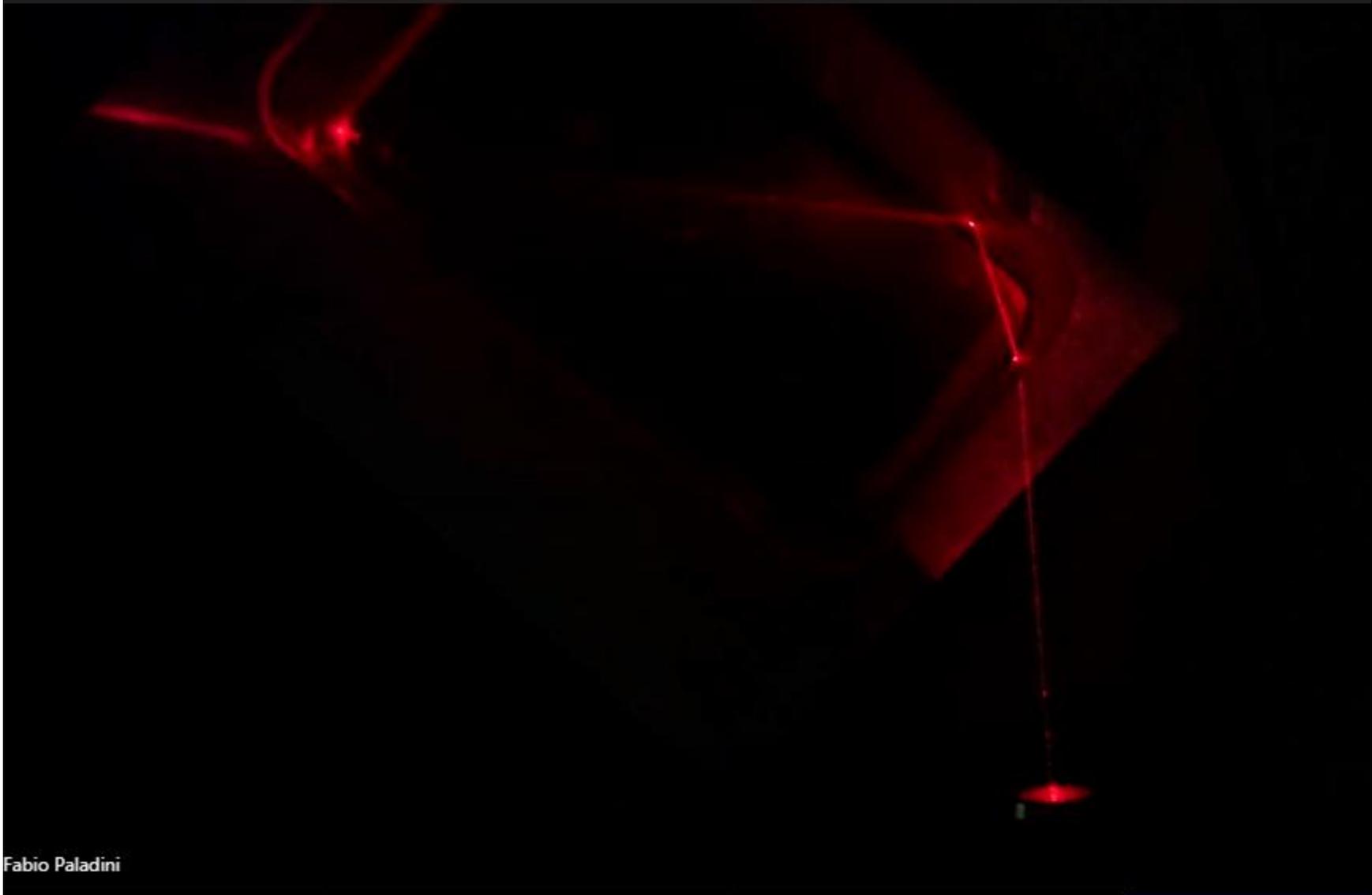
$$\alpha_i = 50.8^\circ$$

$$\alpha_r = 36.0^\circ$$

$$n_2 = 1.32$$



47:03



$$n_2 = \frac{\sin \alpha_i}{\sin \alpha_r}$$

$$\Delta n_2 = ?$$

$$\begin{array}{ccc} & \min & \max \\ & \downarrow & \downarrow \\ 50.3^\circ \leq \alpha_i \leq 51.3^\circ & \Rightarrow \sin 50.3^\circ \leq \sin \alpha_i \leq \sin 51.3^\circ & \\ 35.5^\circ \leq \alpha_r \leq 36.5^\circ & \Rightarrow \sin 35.5^\circ \leq \sin \alpha_r \leq \sin 36.5^\circ & \end{array}$$

$$\frac{\sin 50.3^\circ}{\sin 36.5^\circ} \leq \frac{\sin \alpha_i}{\sin \alpha_r} \leq \frac{\sin 51.3^\circ}{\sin 35.5^\circ}$$
$$\begin{array}{ccc} n_2 \min & & n_2 \max \\ \downarrow & & \\ 1.2835 & \leq n_2 \leq & 1.3439 \end{array}$$

$$\Delta n = \frac{n_2 \max - n_2 \min}{2}$$

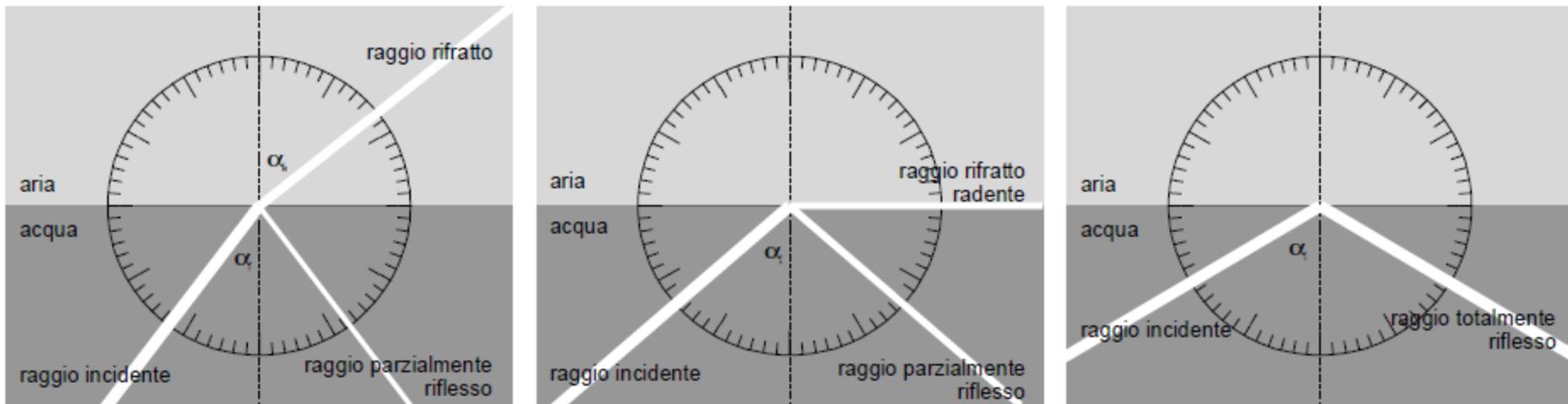
$$= \frac{1.3439 - 1.2835}{2} = 0.0252$$

0.03

$$n_2 = (1.32 \pm 0.03)$$

$$1.29 \leq n_2 \leq 1.35$$

Se la luce si propaga invece dall'acqua verso l'aria, ossia da un mezzo più denso a uno meno denso, l'angolo di rifrazione è maggiore dell'angolo di incidenza, per cui il raggio rifratto si allontana dalla perpendicolare alla superficie di separazione dei due mezzi trasparenti.



$$n_1 \sin \alpha_i = n_2 \sin \alpha_r$$

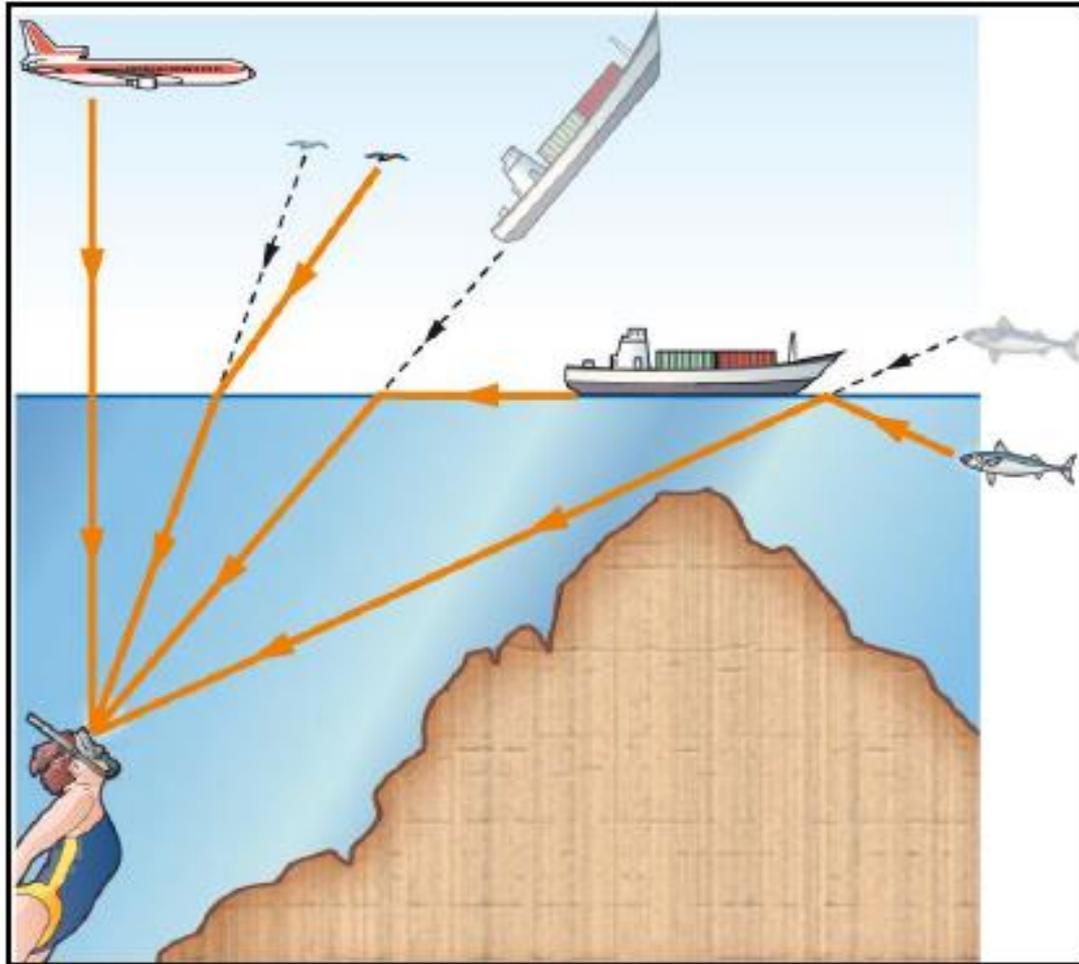
$$\alpha_i = \alpha_L = \text{angolo limite}$$

$$\alpha_r = 90^\circ \longrightarrow \sin \alpha_r = 1$$

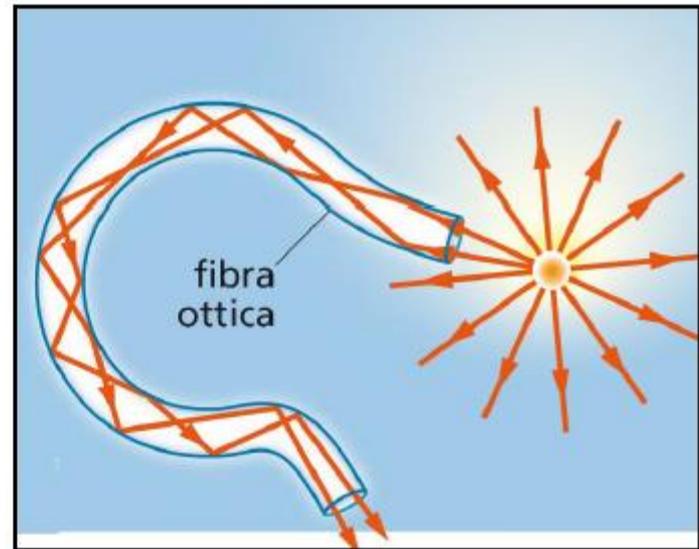
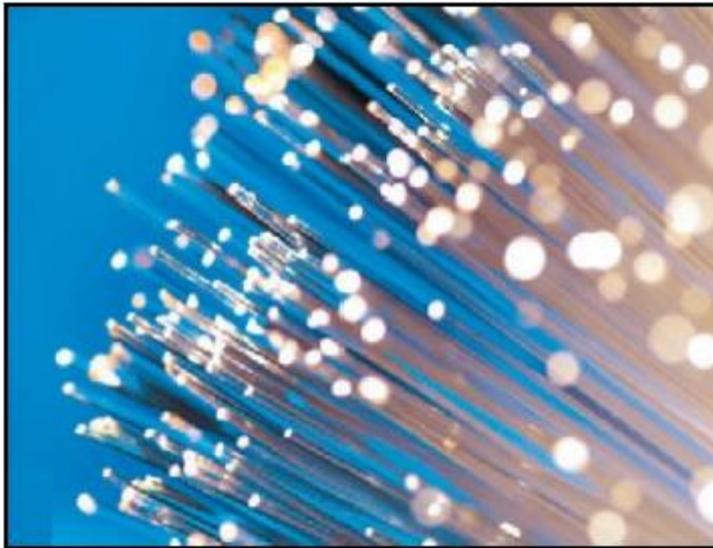
$$\longrightarrow n_1 \sin \alpha_L = n_2$$

$$\longrightarrow n_2 = 1 / \sin \alpha_L$$

# Il punto di vista di un sub



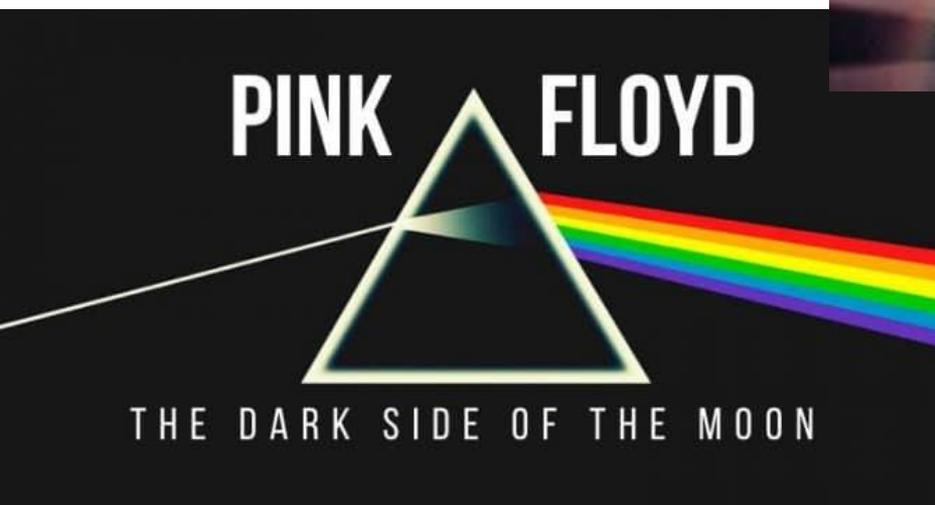
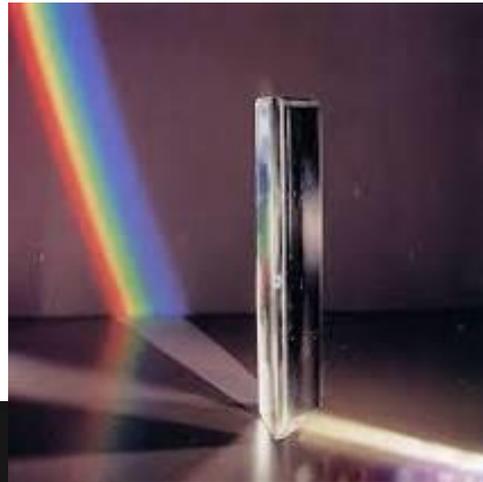
# Applicazioni della riflessione totale: le fibre ottiche



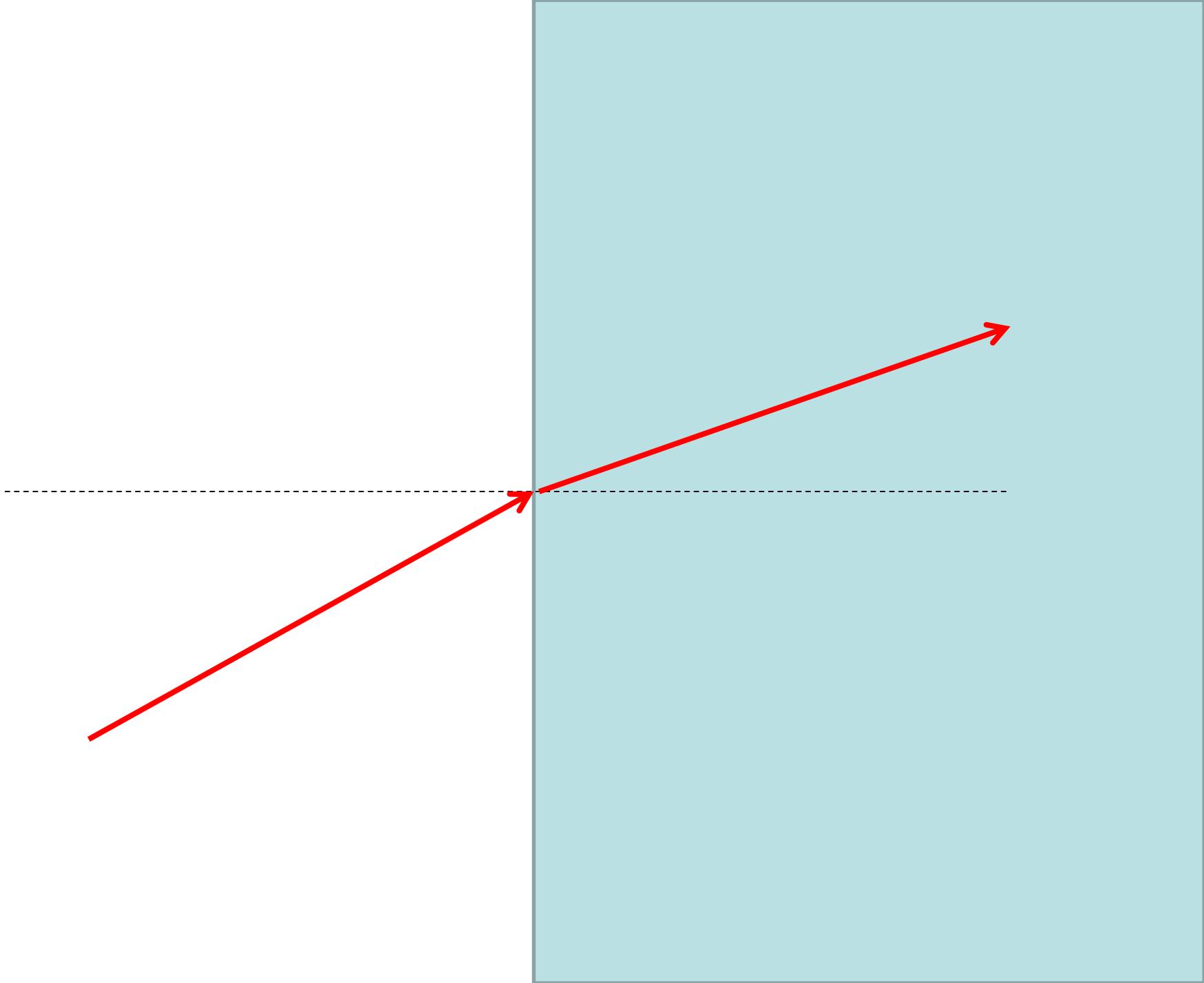
# La rifrazione dipende dal colore

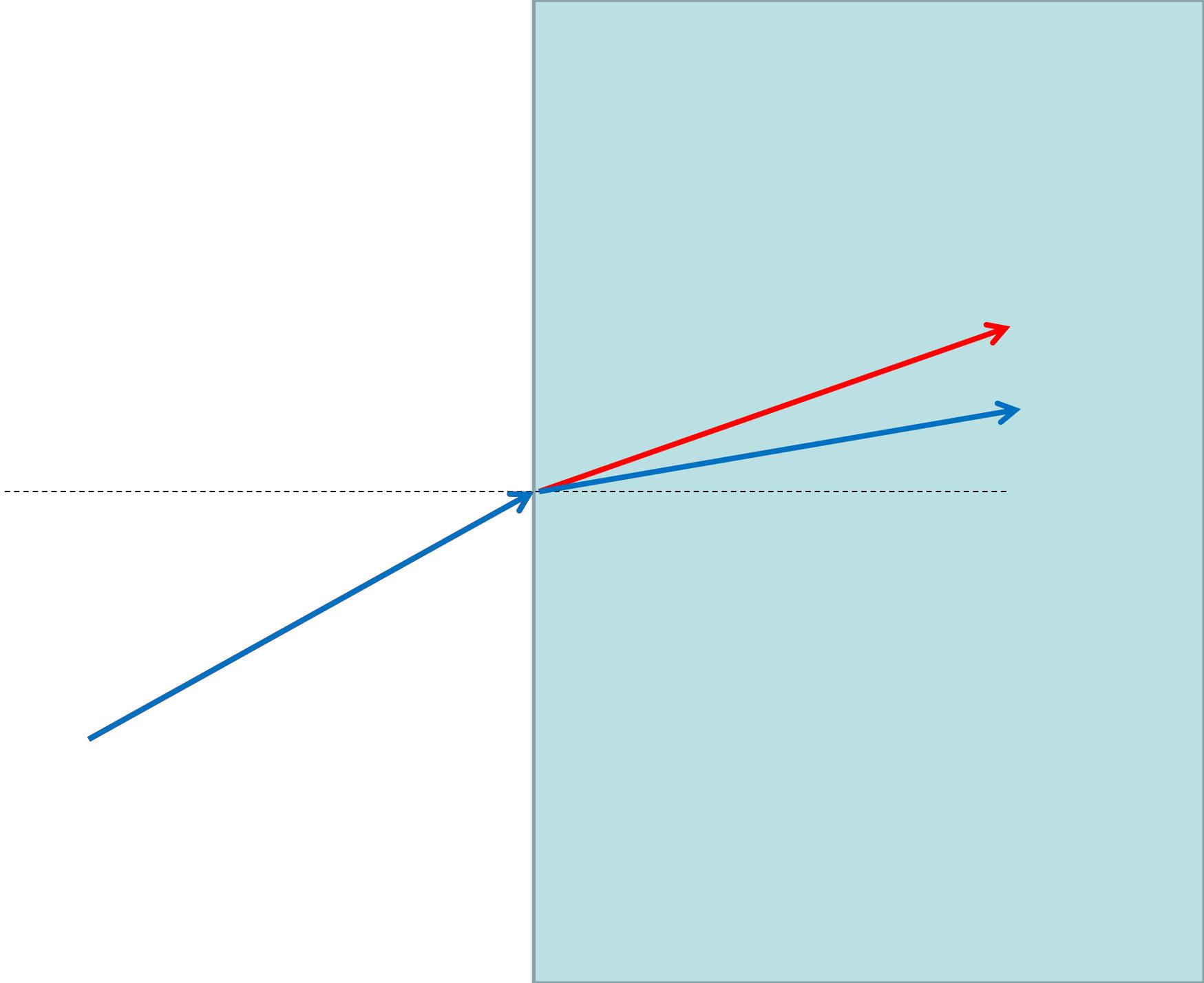
(l'indice di rifrazione dipende dalla lunghezza d'onda della radiazione elettromagnetica luminosa)

## la dispersione



Anche l'arcobaleno è dovuto alla dispersione della luce

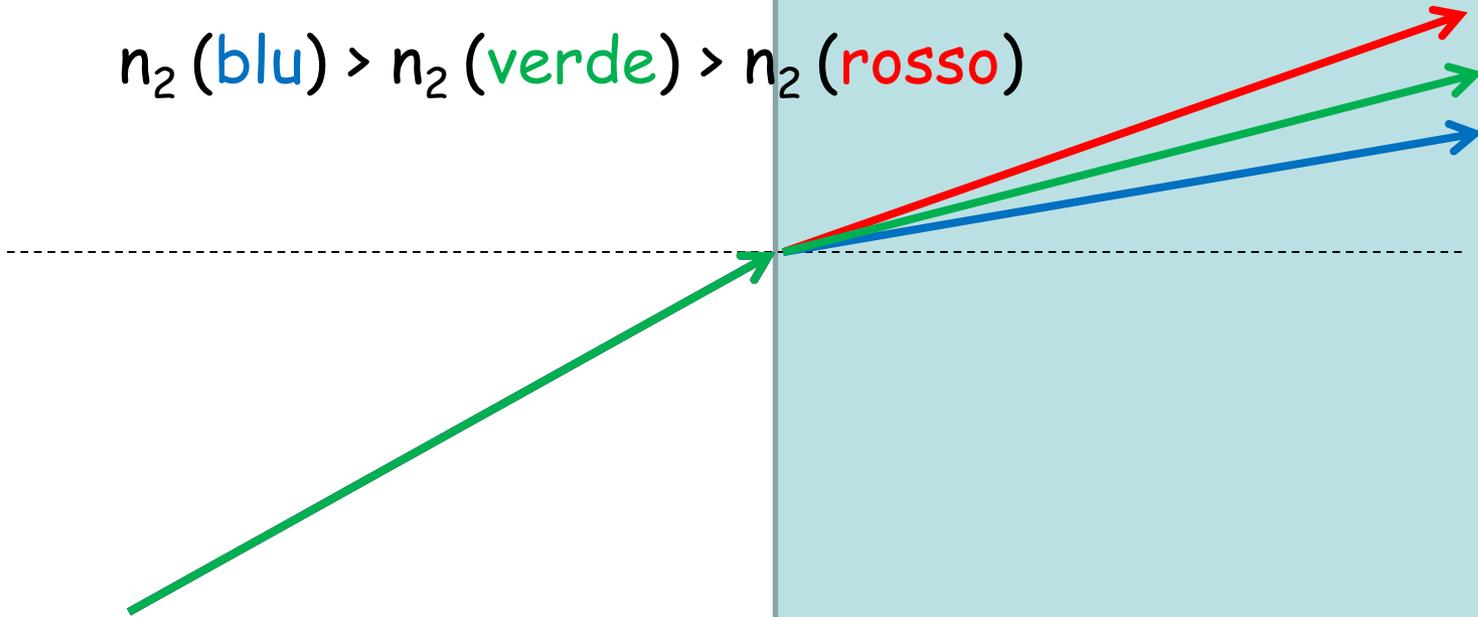




$$n_1 \sin \alpha_i = n_2 \sin \alpha_r$$

$$n_2 = n_2(\lambda)$$

$$n_2(\text{blu}) > n_2(\text{verde}) > n_2(\text{rosso})$$

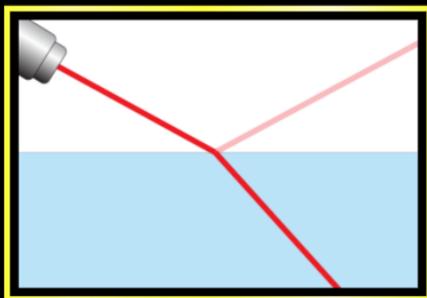




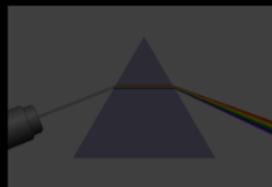
Loading...

In attesa di risposta da www.google-analytics.com...

# Rifrazione della luce



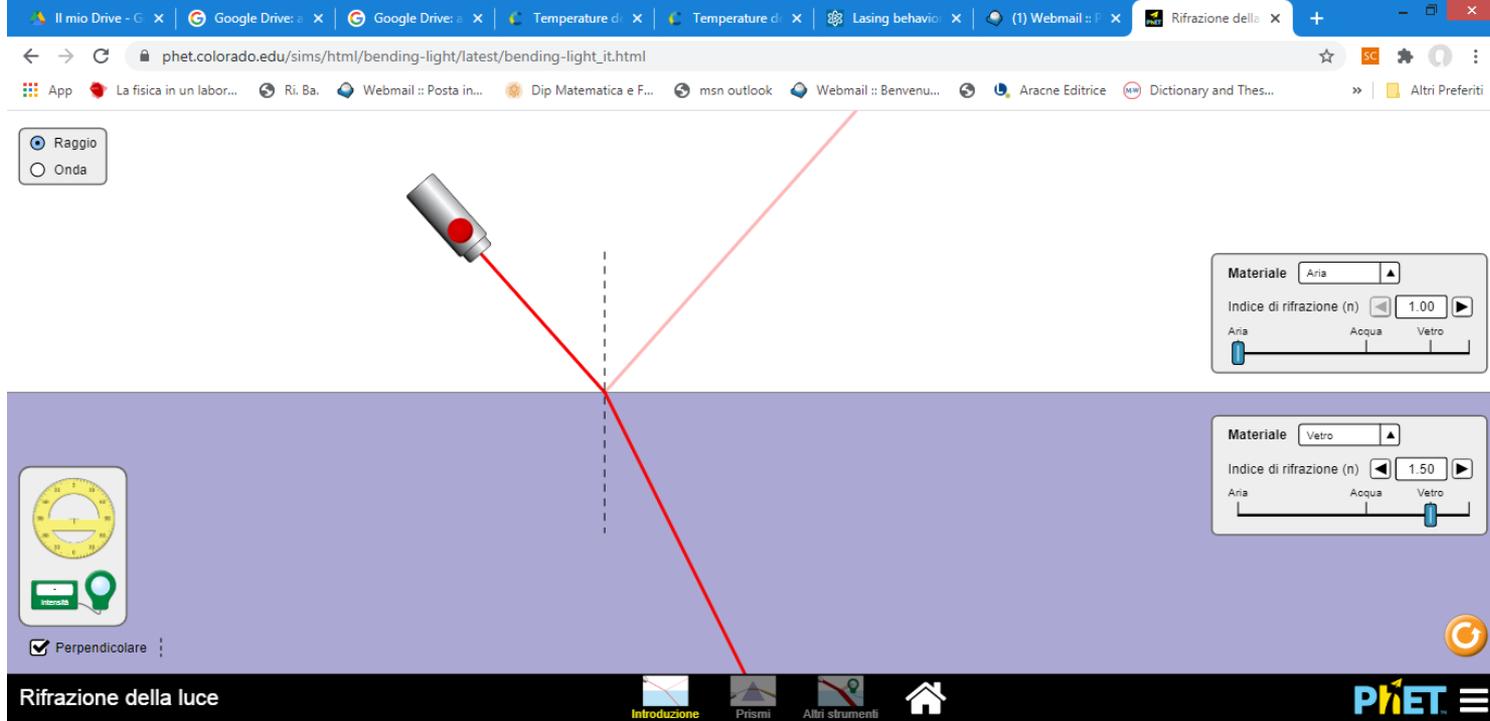
Introduzione



Prismi



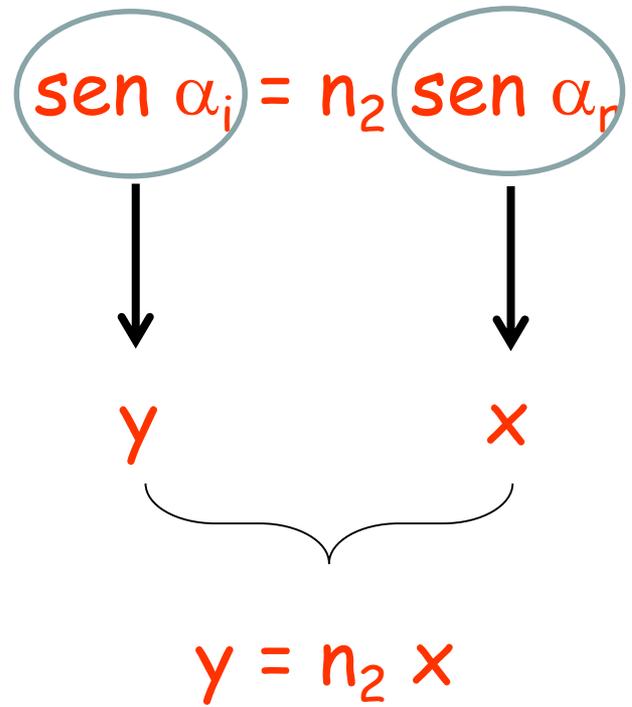
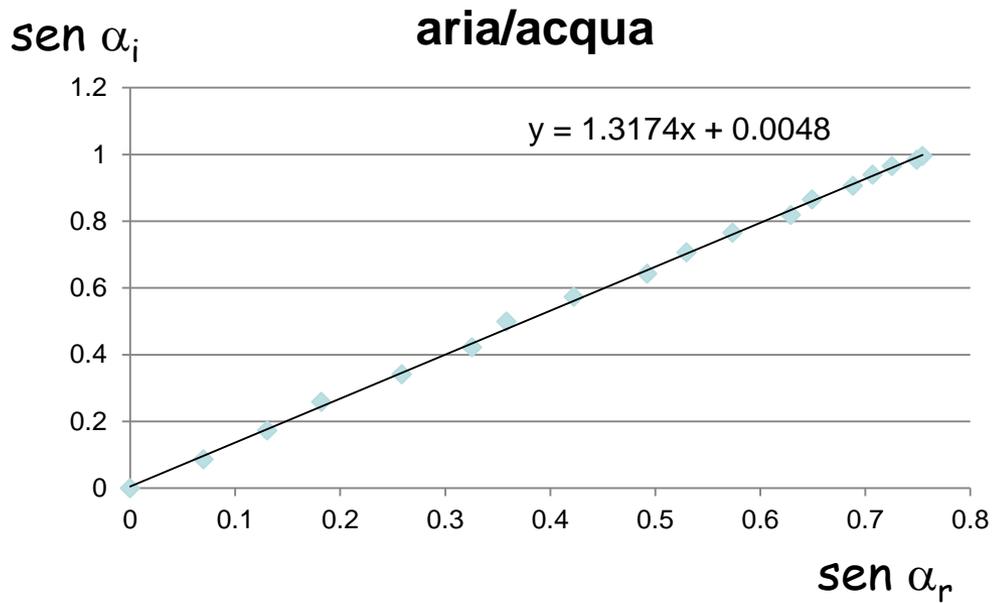
Altri strumenti



1. Scegliete i due mezzi con diversi indici di rifrazione  $n_1 = 1$  ed  $n_2$
2. Posizionate il goniometro per la misura degli angoli di incidenza e di rifrazione
3. Posizionate il rivelatore per misurare l'intensità dei raggi riflesso e trasmesso (rifratto)
4. Variate sistematicamente l'angolo di incidenza e misurate angolo di riflessione, angolo di rifrazione, intensità del raggio riflesso ed intensità del raggio trasmesso
5. Costruite una tabella (es. con Excel) con i valori misurati
6. Ripetete le misure invertendo i due mezzi ( $n_1$  con  $n_2$ )

1. Riportate su un grafico  $I_{\text{fascio riflesso}}$  e  $I_{\text{fascio trasmesso}}$  in funzione dell'angolo di incidenza (cosa osservate?)
2. Riportate l'angolo di rifrazione in funzione dell'angolo di incidenza (o viceversa?)
3. Riportate il seno dell'angolo di rifrazione in funzione del seno dell'angolo di incidenza (o viceversa?)
4. Determinate l'indice di rifrazione  $n_2$  dai due diversi esperimenti (aria/mezzo) e (mezzo/aria)
5. Individuate l'angolo limite e determinate  $n_2$  dal valore dell'angolo limite

$$n_1 \sin \alpha_i = n_2 \sin \alpha_r \xrightarrow{n_1=1}$$



**Mezzo** Aria

Indice di rifrazione (n)

Aria Acqua Vetro

659 nm

**Oggetti** Vetro

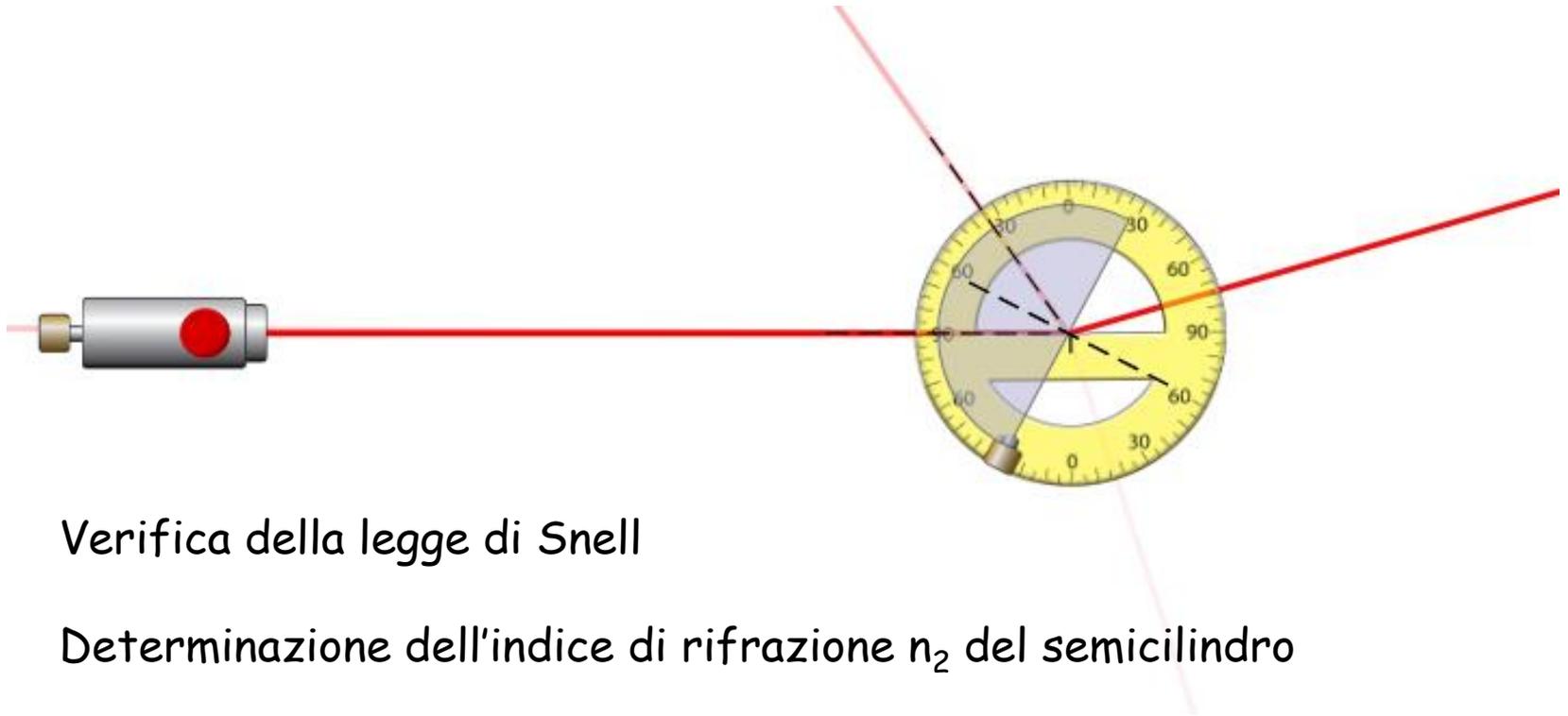
Indice di rifrazione (n)

Aria Acqua Vetro

Riflessione

Perpendicolare

Goniometro



1. Verifica della legge di Snell
1. Determinazione dell'indice di rifrazione  $n_2$  del semicilindro
2. Individuazione dell'angolo limite e determinazione di  $n_2$  dal valore dell'angolo limite

## Esperienza

- Determinazione dell'indice di rifrazione di solidi trasparenti mediante la misura dell'angolo limite

### Strumenti a disposizione:

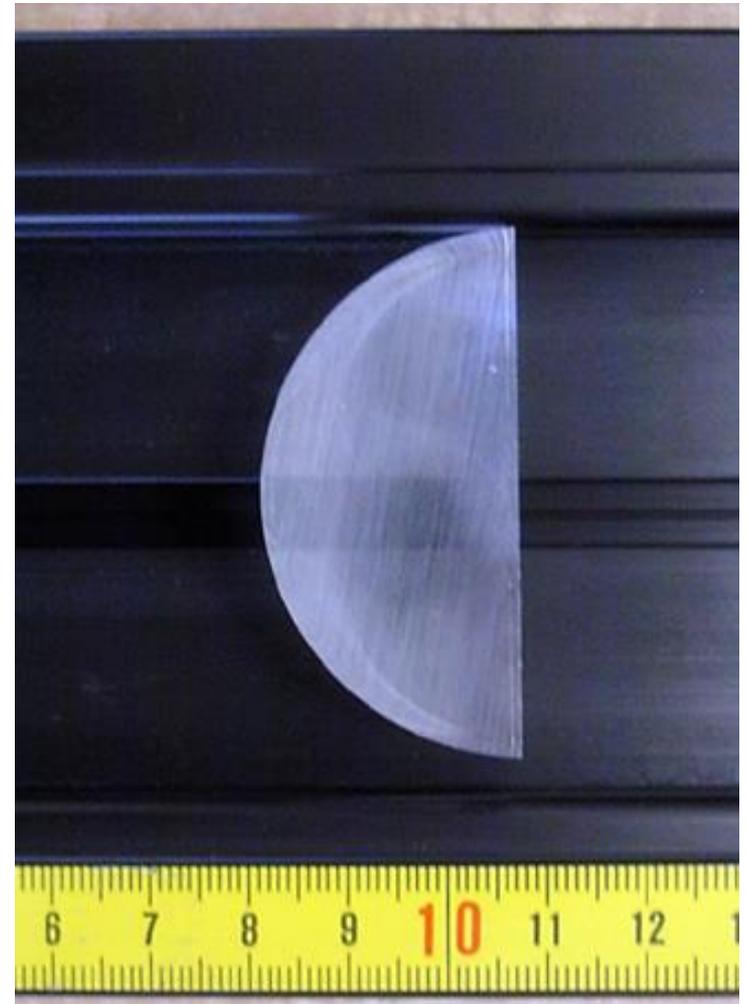
Banco ottico

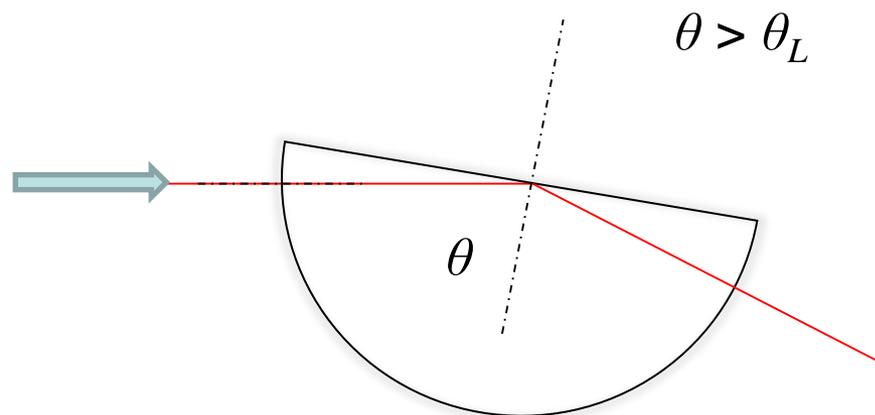
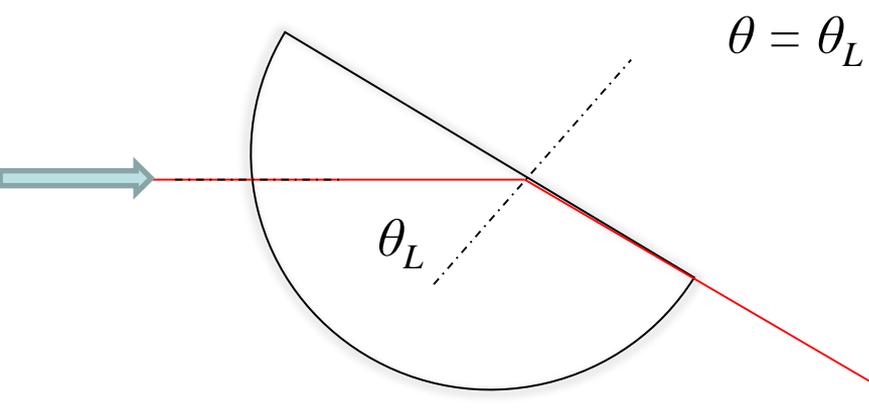
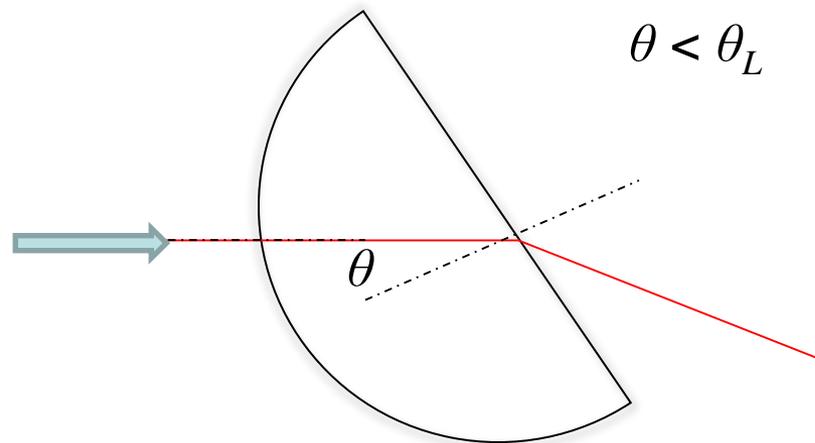
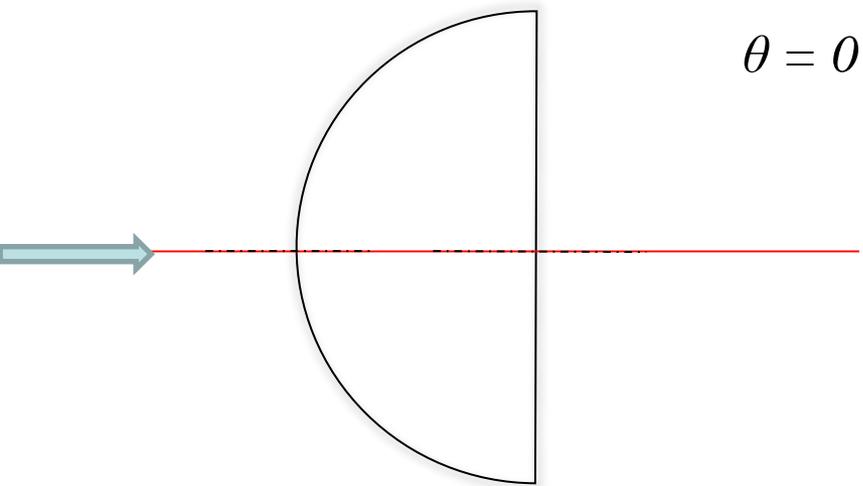
Diodo laser

Schermo

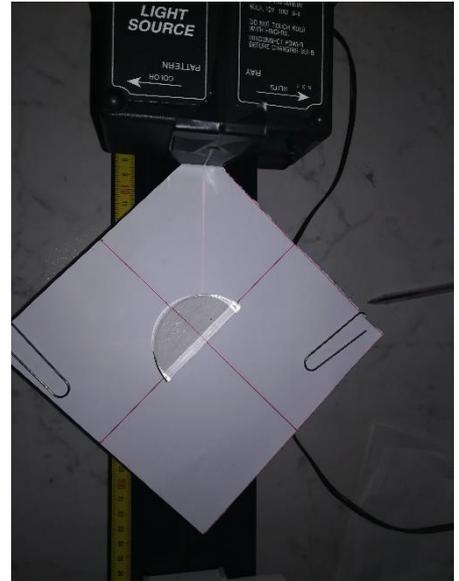
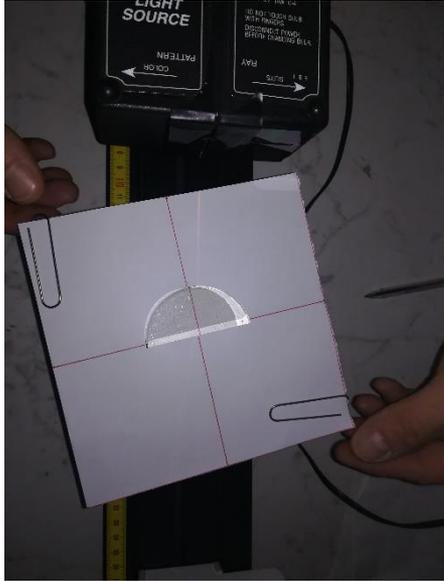
Goniometro con base

Semicilindro di materiale acrilico





$$n = \frac{1}{\sin\theta_L}$$



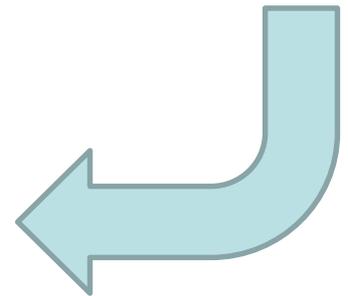
$$n = \frac{1}{\sin \theta_L}$$

... e  $\Delta n$ ?

$$\theta_{L_1} \leq \theta_L \leq \theta_{L_2} \Rightarrow \sin \theta_{L_1} \leq \sin \theta_L \leq \sin \theta_{L_2}$$

$$\frac{1}{\sin \theta_{L_2}} \leq \frac{1}{\sin \theta_L} \leq \frac{1}{\sin \theta_{L_1}} \Leftrightarrow \frac{1}{\sin \theta_{L_2}} \leq n \leq \frac{1}{\sin \theta_{L_1}}$$

$$\Delta n = \frac{\frac{1}{\sin \theta_{L_1}} - \frac{1}{\sin \theta_{L_2}}}{2}$$



**PIANO NAZIONALE  
LAUREE SCIENTIFICHE**

