

Complementi di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

VENERDÌ 20 MAGGIO ORE 8:30 – 10:00

ottica geometrica

$$\vec{E} = \vec{B} \times \vec{v}$$

$$v = \lambda/T = \lambda\nu$$

$$\epsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$v_{\text{vuoto}} = c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{materia}} = v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}}$$

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

Indice di rifrazione

$$u = \epsilon_0 E^2$$

$$\frac{1}{A} \frac{dU}{dt} = \frac{P}{A} = u v = \frac{E^2}{Z_0}$$

densità superficiale di potenza o intensità dell'onda (W/m²)

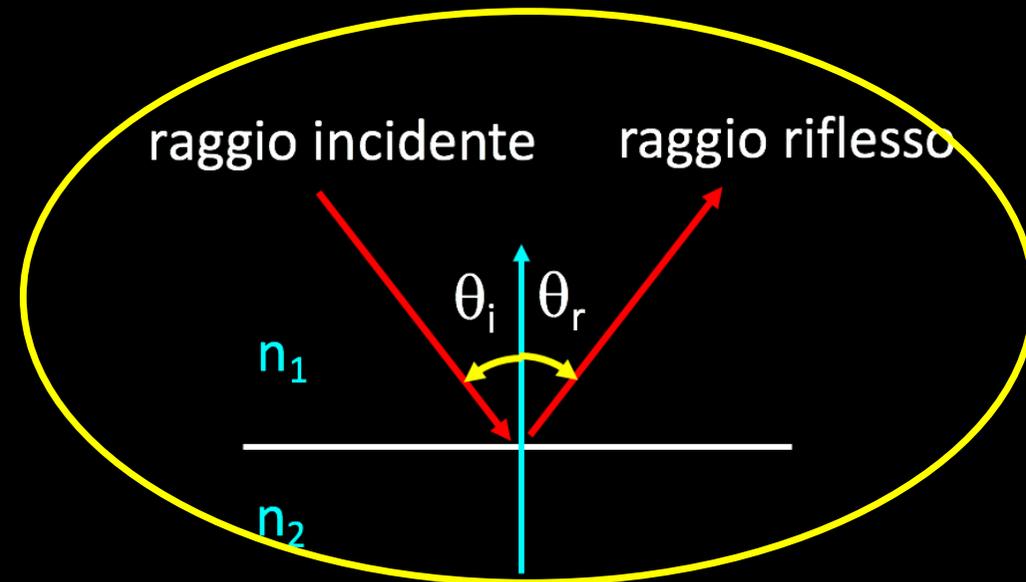
$$Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = 377 \Omega$$

impedenza caratteristica del vuoto

$$E_y(x, t) = E_0 \sin \left[2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \right] = E_0 \sin[kx - \omega t]$$

$$B_z(x, t) = B_0 \sin \left[2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \right] = B_0 \sin[kx - \omega t]$$

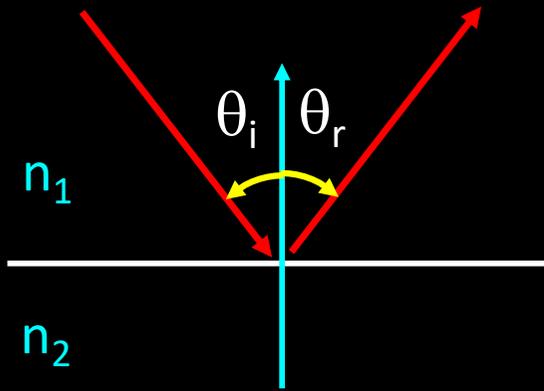
10 ¹²	tera	T
10 ⁹	giga	G
10 ⁶	mega	M
10 ³	chilo	k
10 ⁻³	milli	m
10 ⁻⁶	micro	μ
10 ⁻⁹	nano	n
10 ⁻¹²	pico	p



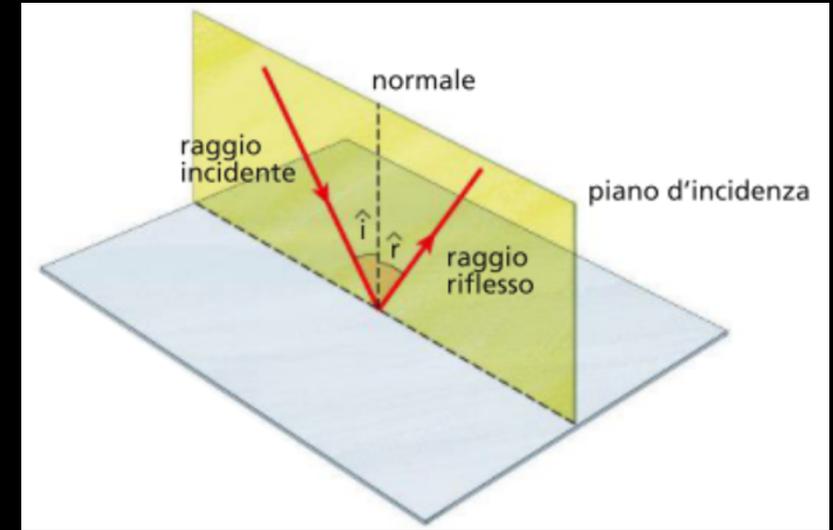
RIFLESSIONE

il raggio incidente, quello riflesso e la normale alla superficie di separazione di due mezzi giacciono nello stesso piano

raggio incidente raggio riflesso



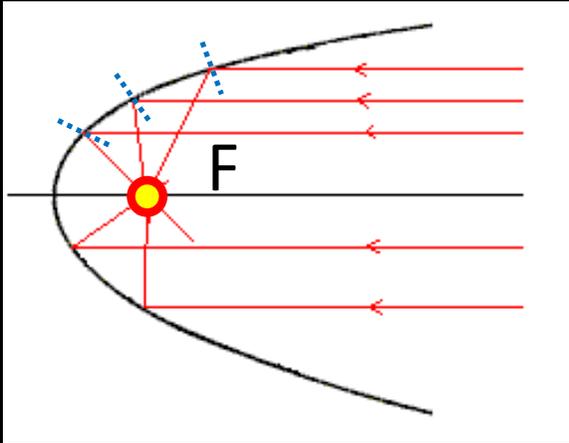
gli angoli sono definiti a partire dalla normale



legge della riflessione:

l'angolo di incidenza e l'angolo di riflessione sono uguali (indipendentemente dagli indici di rifrazione dei materiali)

SPECCHIO PARABOLICO

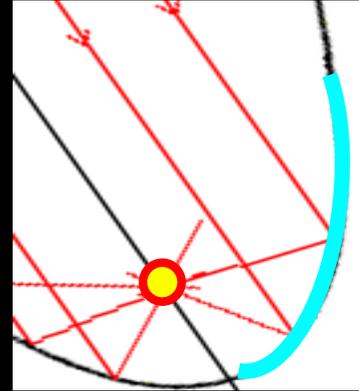


fuoco

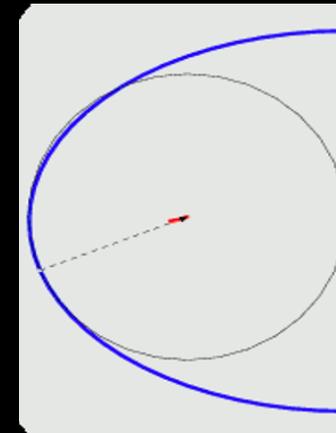
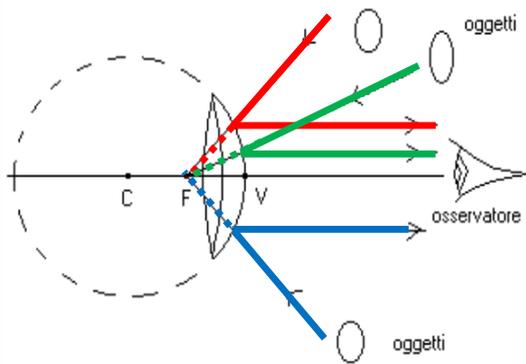


sorgente nel fuoco \rightarrow proiettore

ricevitore nel fuoco \rightarrow antenna parabolica

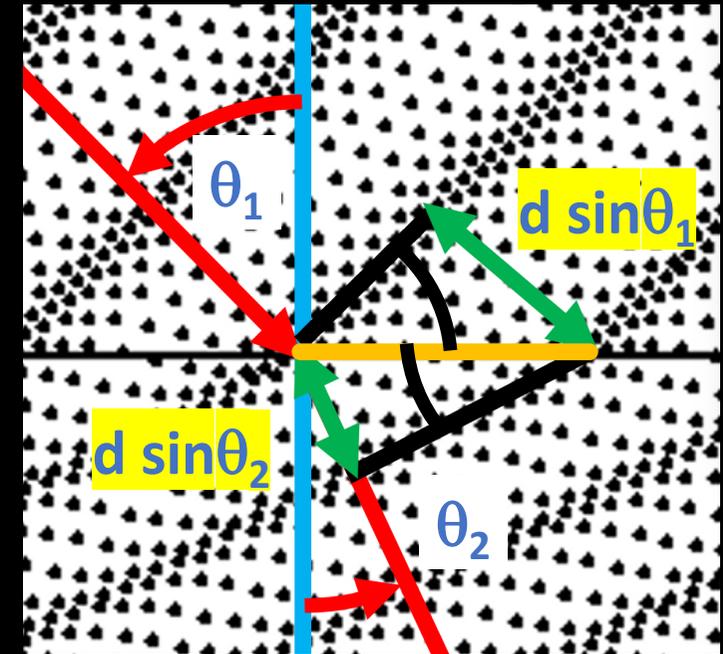
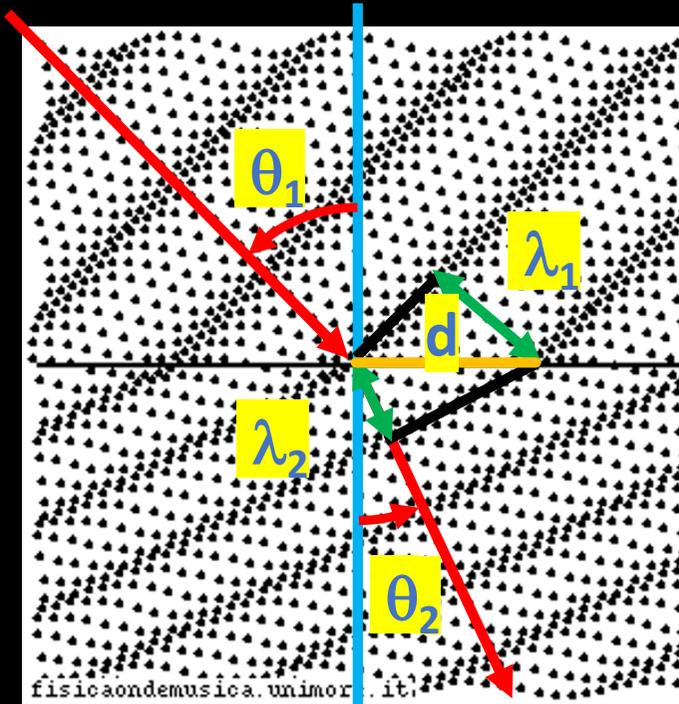
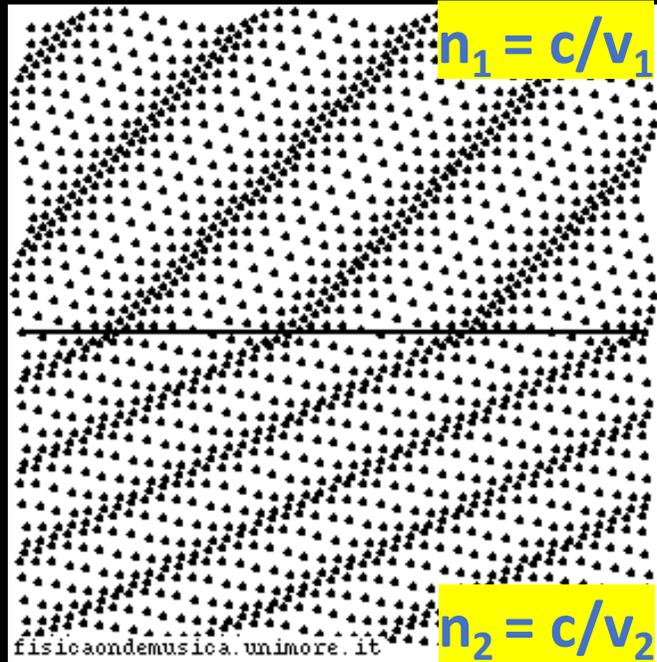


SPECCHIO SFERICO



RIFRAZIONE NEL PASSAGGIO DA UN MATERIALE A UN ALTRO

LEGGE DI SNELL



mentre il fronte d'onda 1 percorre la distanza $d \sin \theta_1$ alla velocità $v_1 = c/n_1$,
 il fronte d'onda 2 percorre la distanza $d \sin \theta_2$ alla velocità $v_2 = c/n_2$

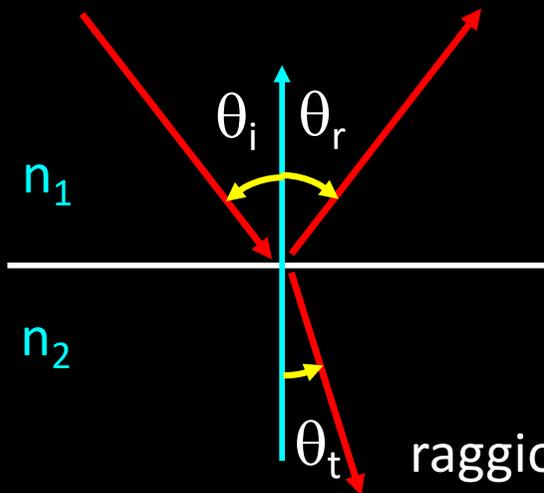
$$t_1 = \frac{d \sin \theta_1}{c/n_1} \quad t_2 = \frac{d \sin \theta_2}{c/n_2} \quad t_1 = \frac{d n_1 \sin \theta_1}{c} \quad t_2 = \frac{d n_2 \sin \theta_2}{c}$$

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

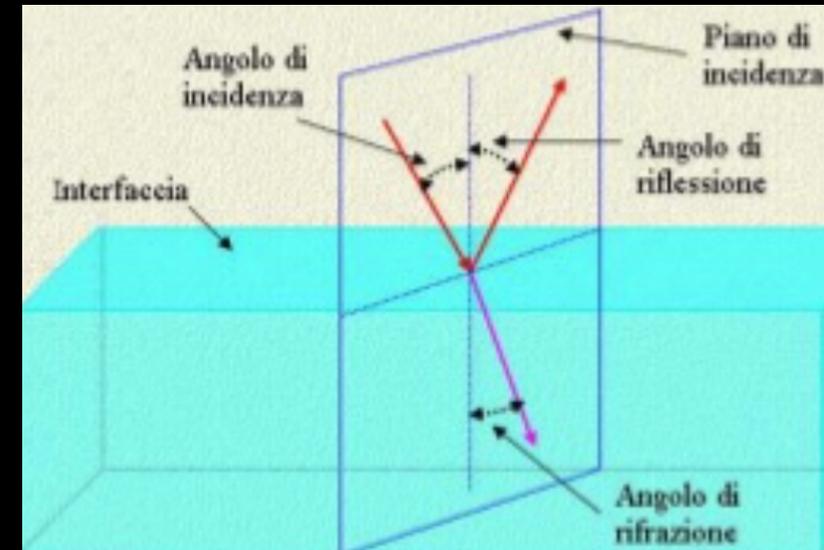
RIFRAZIONE

il raggio incidente, quello rifratto (trasmesso) e la normale alla superficie di separazione di due mezzi giacciono nello stesso piano

raggio incidente raggio riflesso



gli angoli sono definiti a partire dalla normale



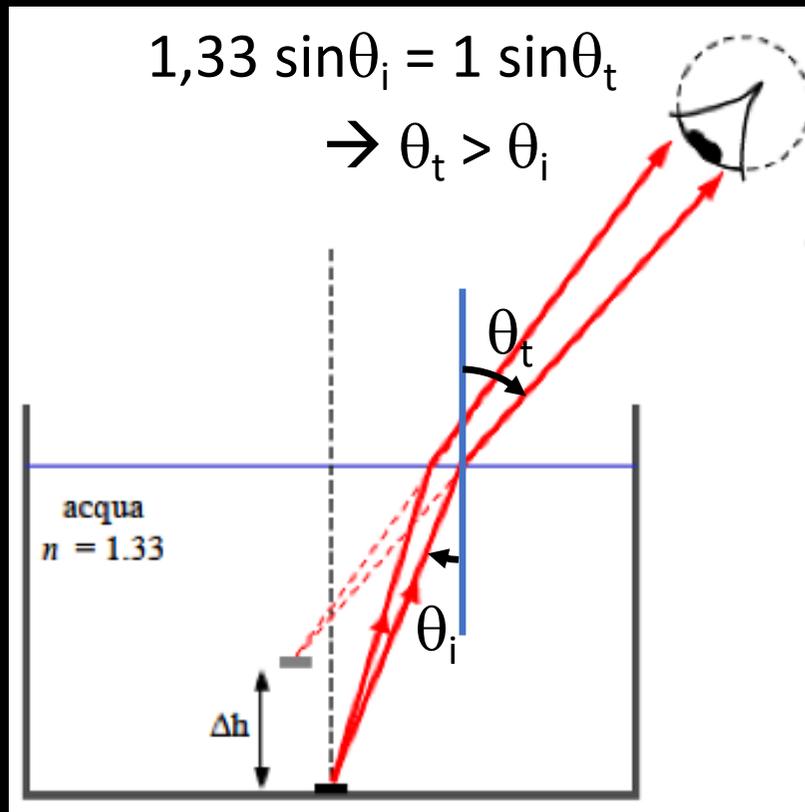
legge della rifrazione:

l'angolo di incidenza θ_i e l'angolo di rifrazione θ_t seguono la legge di Snell

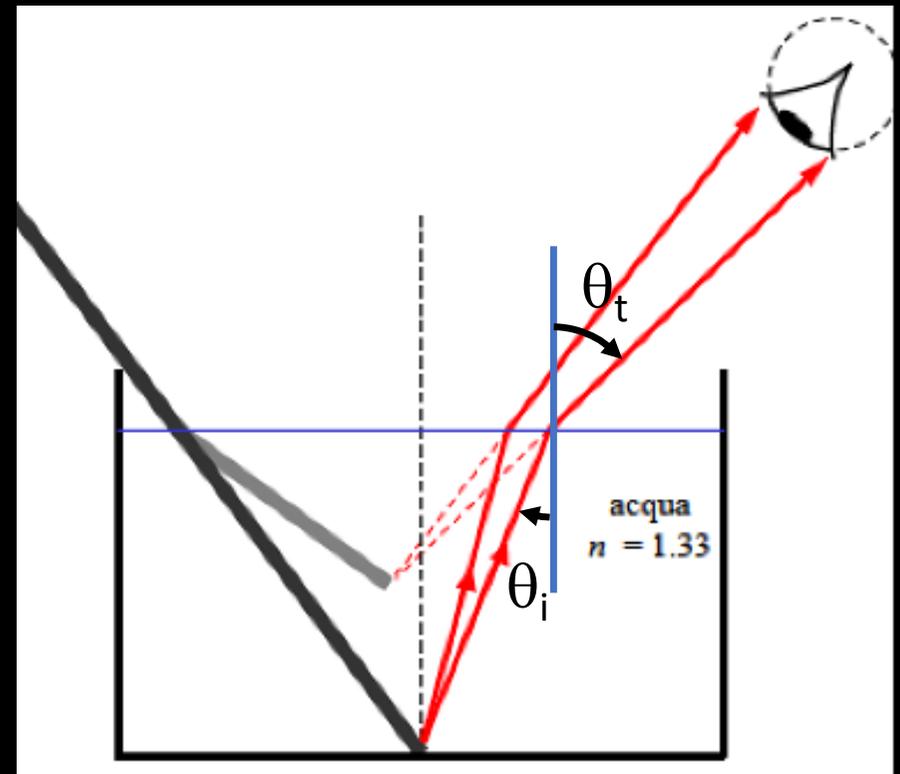
$$n_1 \sin\theta_i = n_2 \sin\theta_t$$

$$n_1 \sin\theta_i = n_2 \sin\theta_t$$

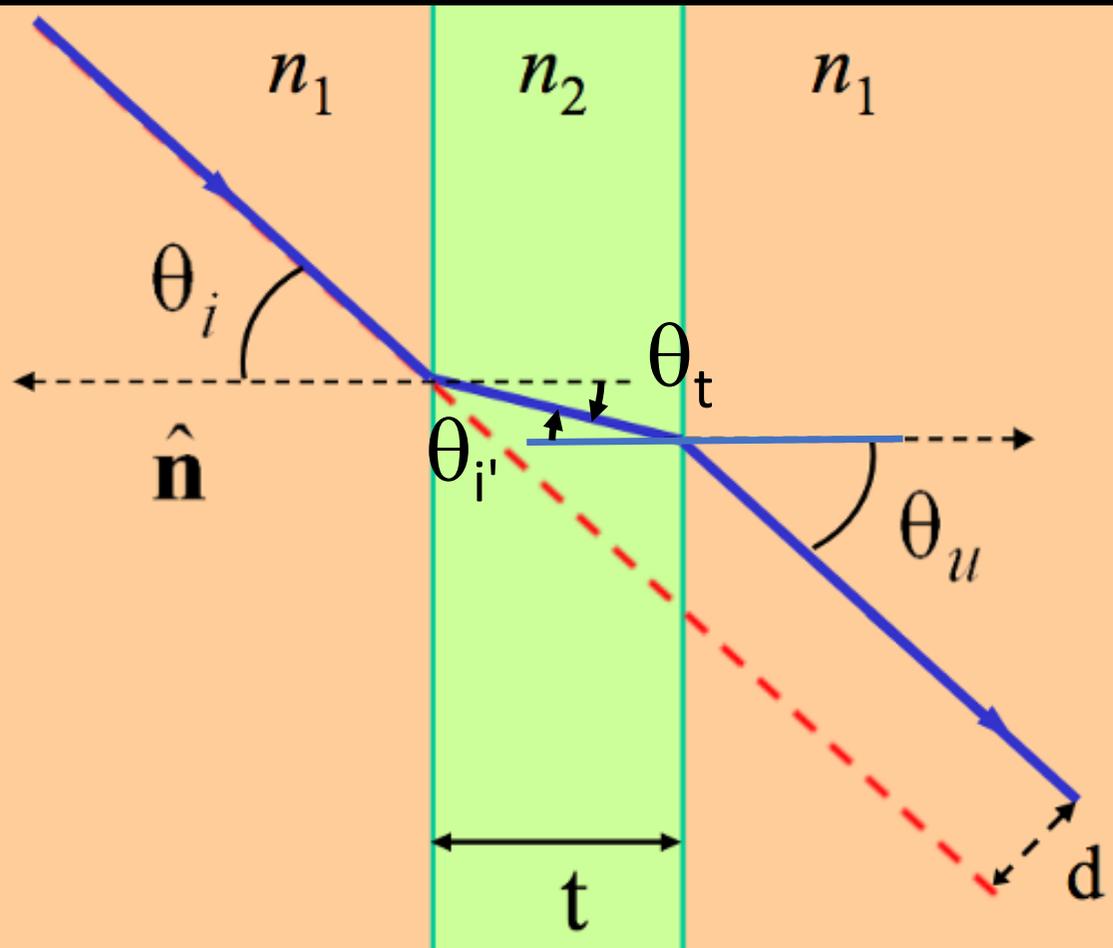
l'oggetto sul fondo viene visto sollevato dal fondo



una matita immersa in acqua viene vista come se fosse spezzata



RIFRAZIONE: LAMINA CON FACCE PARALLELE



$$n_1 \sin\theta_i = n_2 \sin\theta_t$$

$$n_2 \sin\theta_{i'} = n_1 \sin\theta_u$$

$$n_1 \sin\theta_i = n_1 \sin\theta_u$$

$$\theta_i = \theta_u$$

il vetro di una finestra non
distorce l'immagine

aria

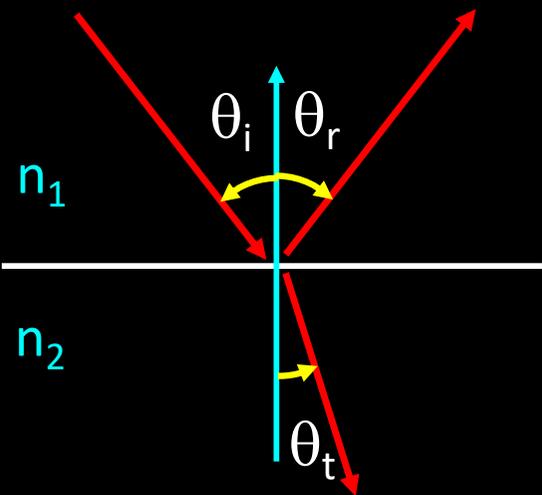
vetro

aria

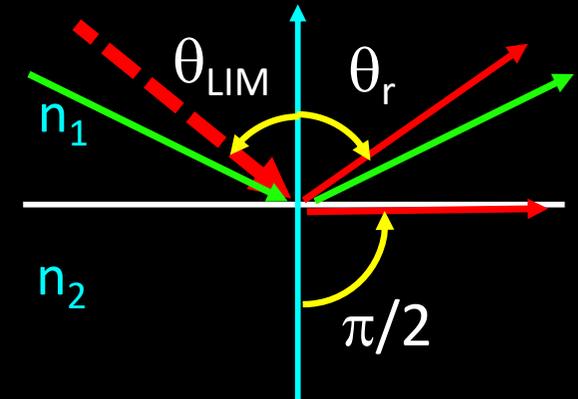
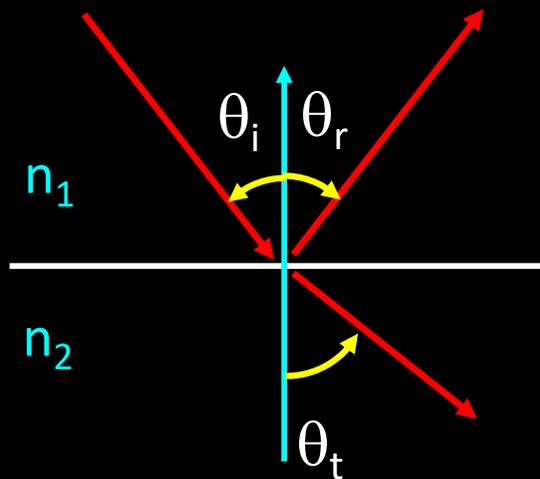
ANGOLO LIMITE E RIFLESSIONE TOTALE

$$n_1 \sin\theta_i = n_2 \sin\theta_t$$

se $n_2 > n_1$ $\theta_t < \theta_i$



se $n_2 < n_1$ $\theta_t > \theta_i$



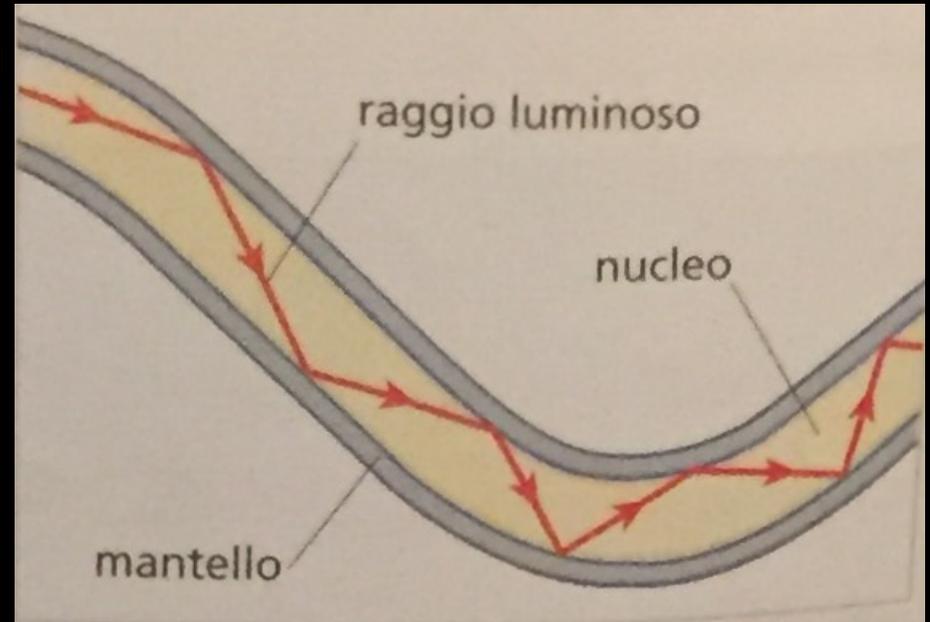
il massimo valore di $\sin\theta_t$ è 1 !!!

$$n_1 \sin\theta_{LIM} = n_2 \sin(\pi/2) = n_2$$

se $\theta_i > \theta_{LIM}$ non c'è rifrazione: **riflessione totale**



FIBRA OTTICA



$$\vec{E} = \vec{B} \times \vec{v} \quad v = \lambda/T = \lambda\nu \quad \epsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{-12} \text{ F/m} \quad E_y(x, t) = E_0 \sin \left[2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \right] = E_0 \sin[kx - \omega t]$$

$$v_{\text{vuoto}} = c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$B_z(x, t) = B_0 \sin \left[2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \right] = B_0 \sin[kx - \omega t]$$

$$v_{\text{materia}} = v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}}$$

$$u = \epsilon_0 E^2 \quad \frac{1}{A} \frac{dU}{dt} = \frac{P}{A} = u v = \frac{E^2}{Z_0} \text{ densità superficiale di potenza o}$$

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

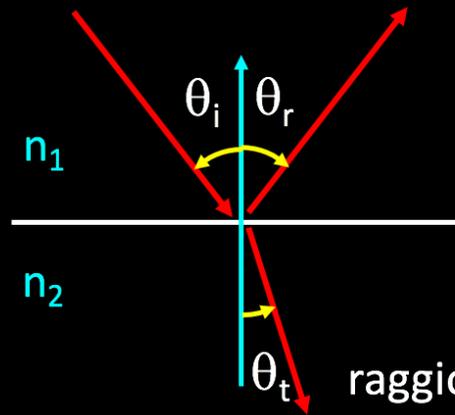
Indice di rifrazione

$$Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = 377 \text{ impedenza caratteristica del vuoto}$$

intensità dell'onda (W/m²)

10 ¹²	tera	T
10 ⁹	giga	G
10 ⁶	mega	M
10 ³	chilo	k
10 ⁻³	milli	m
10 ⁻⁶	micro	μ
10 ⁻⁹	nano	n
10 ⁻¹²	pico	p

raggio incidente raggio riflesso



gli angoli sono definiti a partire dalla normale

$$\theta_r = \theta_i$$

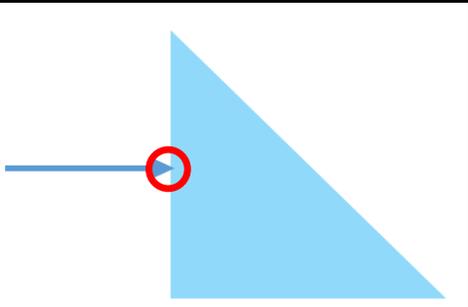
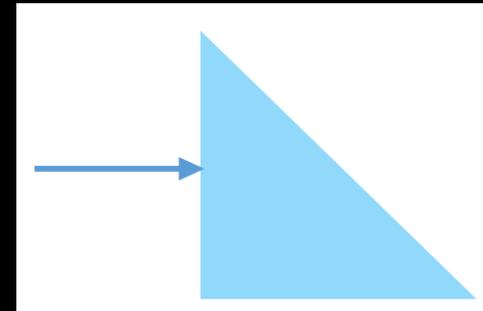
$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_t$$

se $n_1 > n_2$

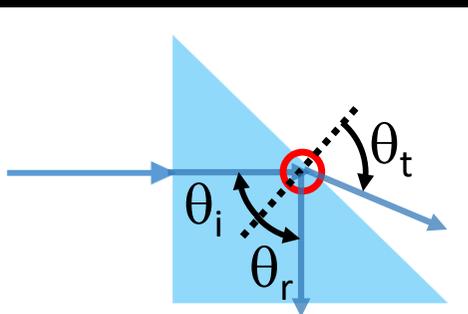
$$n_1 \sin \theta_{\text{LIM}} = n_2$$

2) Un raggio luminoso incide, come mostrato in figura, perpendicolarmente alla superficie di un prisma a sezione di triangolo rettangolo isoscele. Il prisma è di vetro ($n = 1,5$); cosa succede se è immerso:

- a) in aria ($n_{\text{aria}} = 1$);
- b) in acqua ($n_{\text{H}_2\text{O}} = 1,33$)?



il raggio entra nel prisma con $\theta_i = 0$ e quindi $\theta_t = 0$: non c'è deviazione per incidenza normale



riflessione:
 $\theta_r = \theta_i = 45^\circ$

$$n_{\text{vetro}} \sin\theta_i = n_{\text{aria}} \sin\theta_t$$

$$\rightarrow \sin\theta_t = \frac{n_{\text{vetro}} \sin 45^\circ}{n_{\text{aria}}} = 1,06 > 1 !!!$$

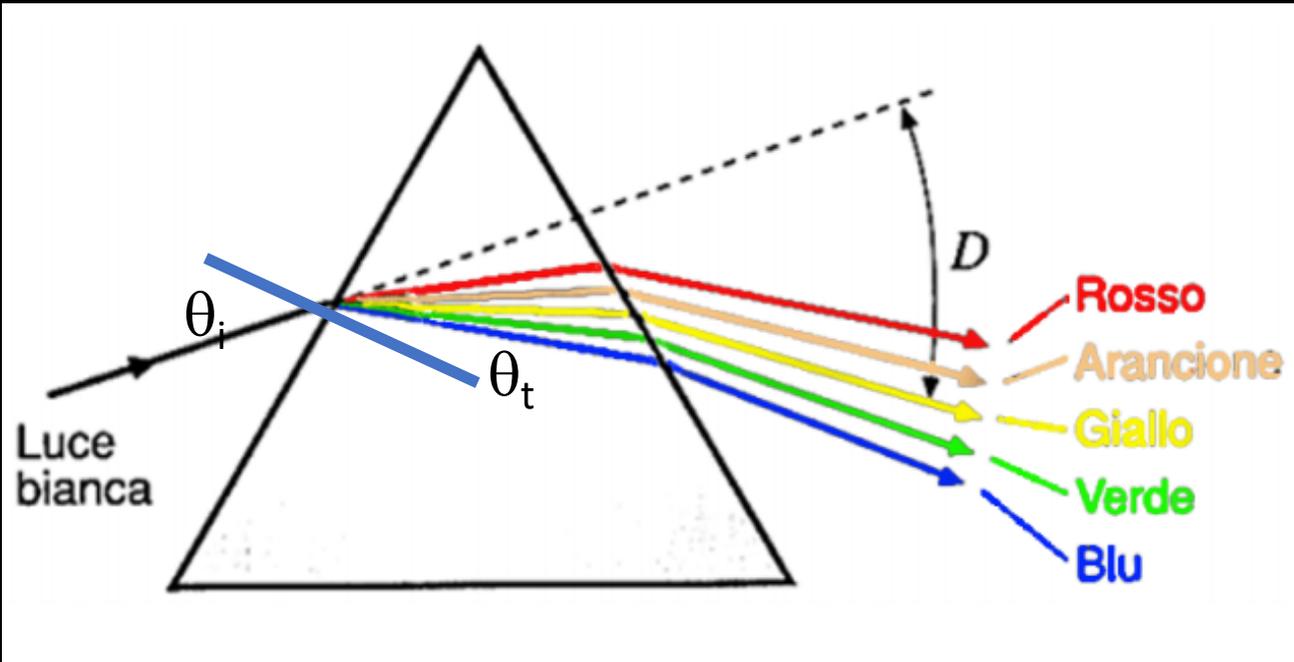
non c'è rifrazione:
 $\theta_i > \theta_{\text{LIM}} = \text{asin}(1/1,5) = 41,81^\circ$

$$n_{\text{vetro}} \sin\theta_i = n_{\text{H}_2\text{O}} \sin\theta_t$$

$$\sin\theta_t = \frac{n_{\text{vetro}} \sin 45^\circ}{n_{\text{H}_2\text{O}}} = 0,797$$

$$\rightarrow \theta_t = 52,9^\circ$$

DISPERSIONE CROMATICA



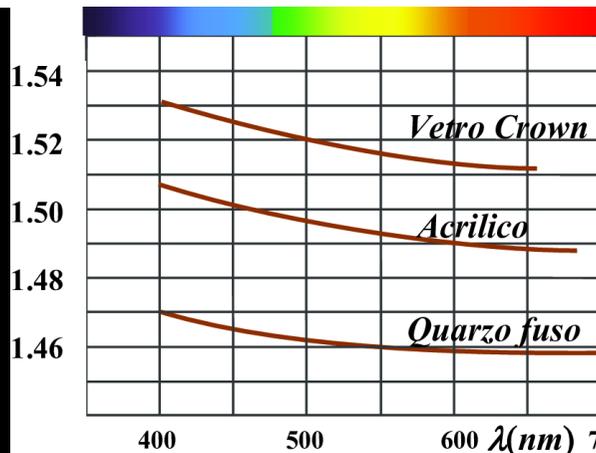
$$n_1 \sin\theta_i = n_2 \sin\theta_t$$

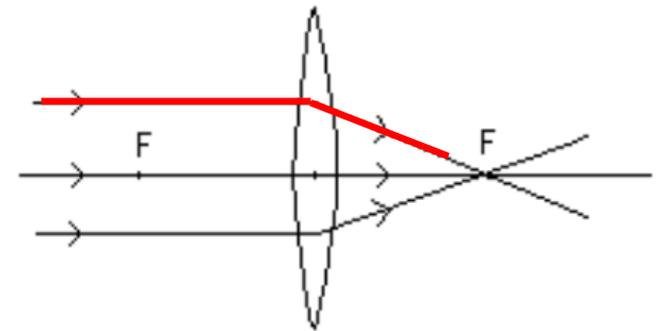
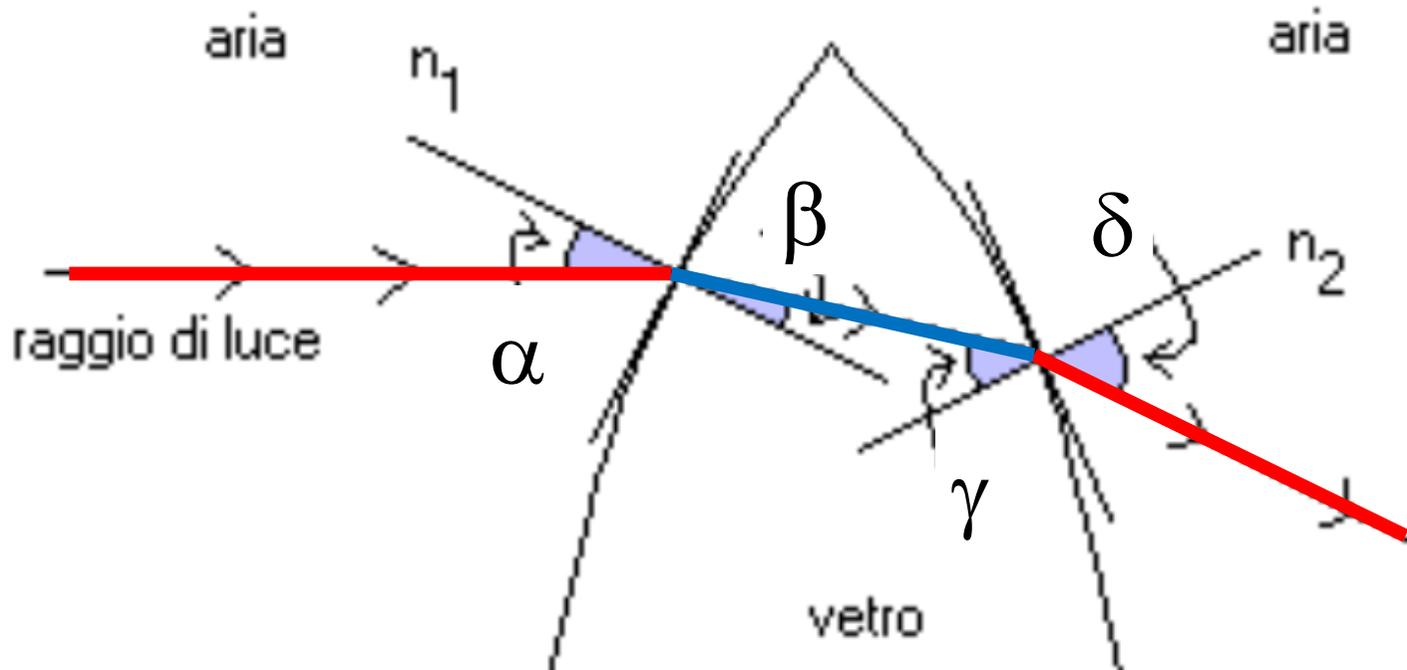
aria vetro

$$\sin\theta_i = n(\lambda) \sin\theta_t$$

$$n(\lambda_{\text{blu}}) > n(\lambda_{\text{rosso}})$$

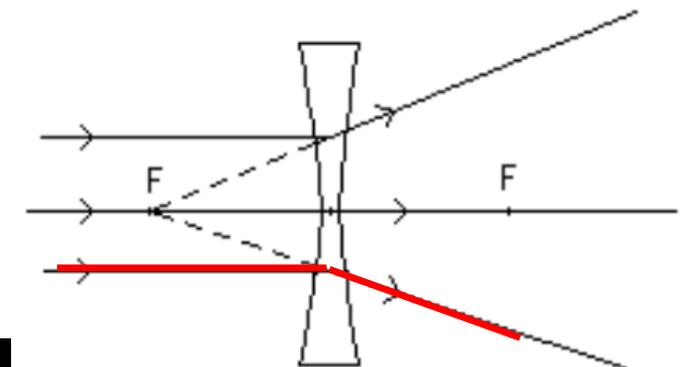
$$\theta_t(\text{blu}) < \theta_t(\text{rosso})$$

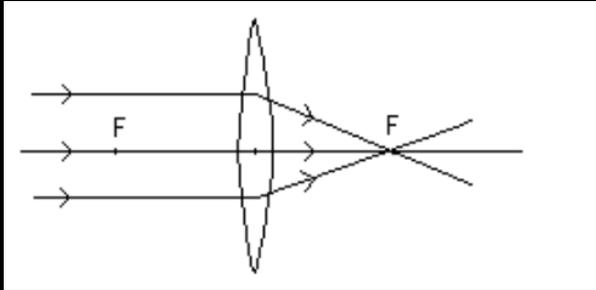




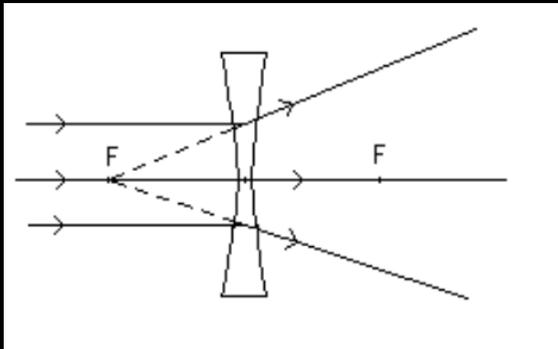
lente convergente

lente divergente

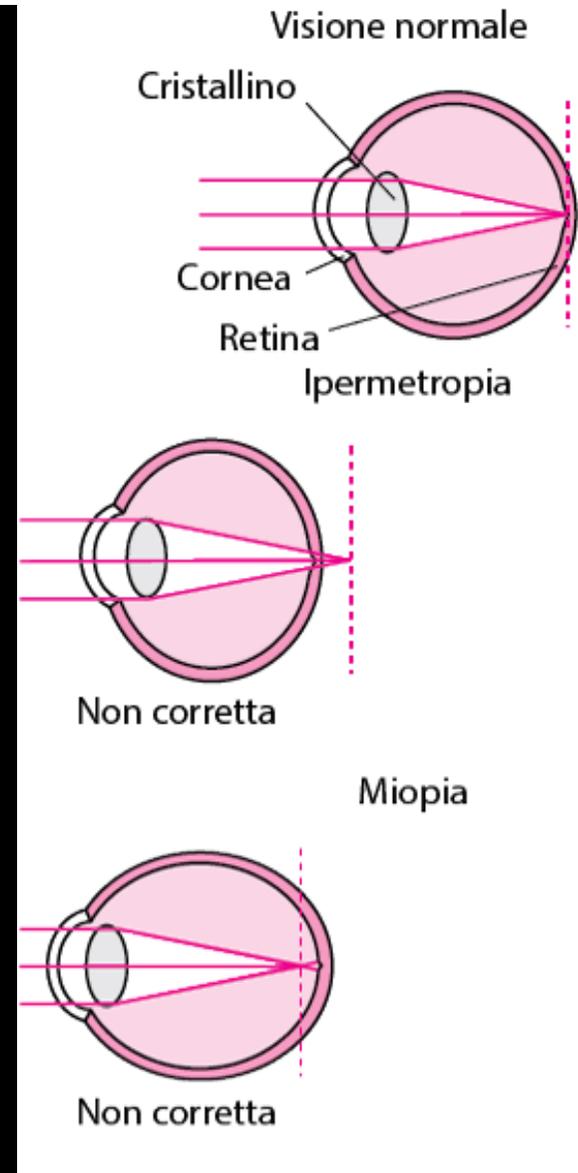




lente convergente



lente divergente



Complementi di fisica generale

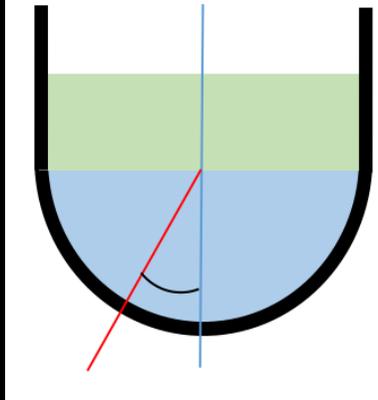
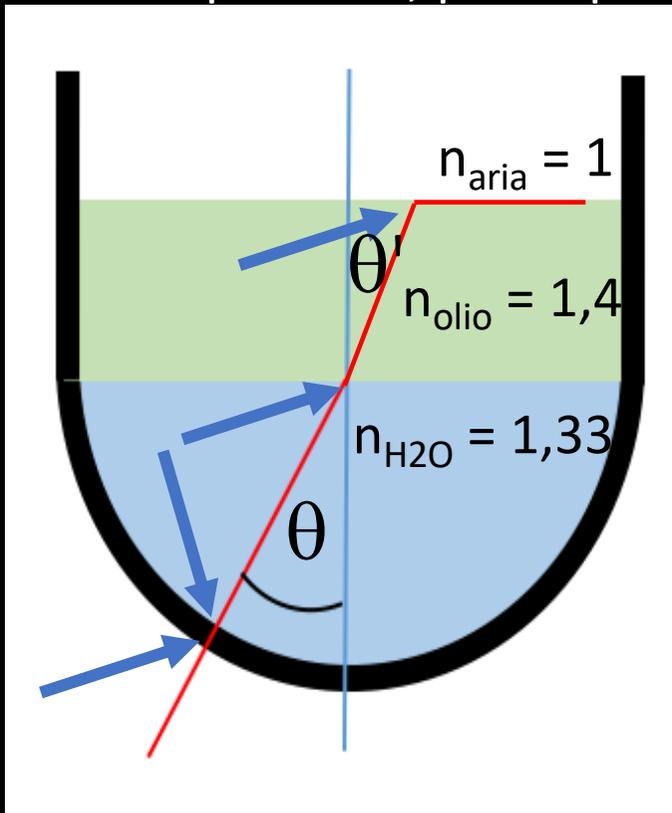
adalberto.sciubba@uniroma1.it

LUNEDÌ 27 MAGGIO ORE 8:15-10:00
esonero circuiti in aula B1

**chi il 27 avesse problemi covid-correlati potrà
scrivermi per concordare (eventualmente) un'altra data**

Un raggio luminoso viene inviato dal basso sul centro di curvatura del fondo semisferico di una provetta di vetro ($n_{\text{vetro}} = 1,5$) messa in posizione verticale. La provetta contiene olio silconico ($n_{\text{Si}} = 1,4$; $\rho = 0,96 \text{ g/cm}^3$) e acqua ($n_{\text{H}_2\text{O}} = 1,33$). Determinare il valore minimo dell'angolo di incidenza θ , rispetto all'asse della provetta, per il quale il raggio non arriva all'aria.

>>> $\theta = 48,8^\circ$



$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

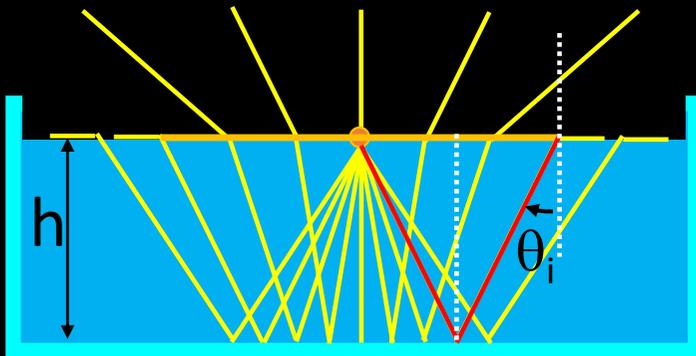
$$1,4 \sin(\theta') = 1 \sin(\pi/2)$$

$$1,4 \sin(\theta') = 1,33 \sin(\theta)$$

$$1 = 1,33 \sin(\theta)$$

$$\theta = \arcsin(1/1,33)$$

Sulla superficie di una vasca profonda $h = 80$ cm galleggia una sorgente puntiforme che emette isotropicamente luce verso il basso. Sulla superficie dell'acqua ($n = 4/3$) si osserva un cerchio luminoso dovuto alla riflessione sul fondo della vasca; determinarne il raggio.



$$n_{\text{H}_2\text{O}} \sin(\theta_{\text{LIM}}) = n_{\text{aria}} \sin(\pi/2) \rightarrow \theta_{\text{LIM}} = \text{asin}(3/4) = 48,59^\circ$$

$$R = 2 h \text{tg}(\theta_{\text{LIM}}) = 1,8 \text{ m}$$