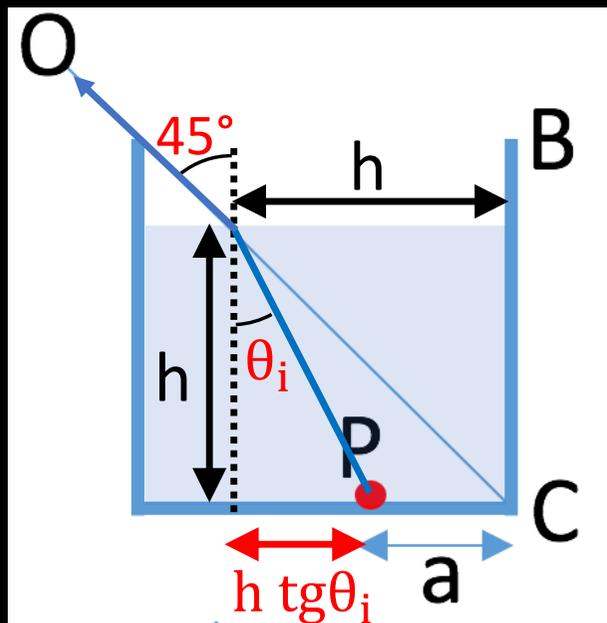
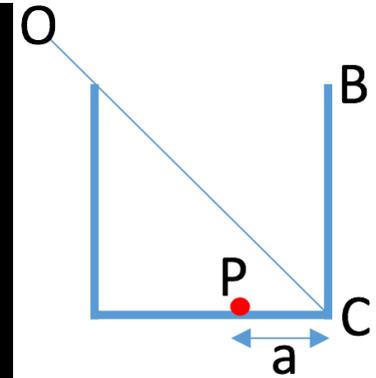


1) Un recipiente cubico di lato $L = 30$ cm con pareti opache è posto in maniera che un osservatore posto in O non ne vede il fondo ma vede tutta la parete BC . Quanta acqua di indice di rifrazione $n = 1,33$ occorre versare nel recipiente affinché l'osservatore possa vedere nel punto C l'oggetto P posto sul fondo a distanza $a = 10$ cm dalla parete BC ?

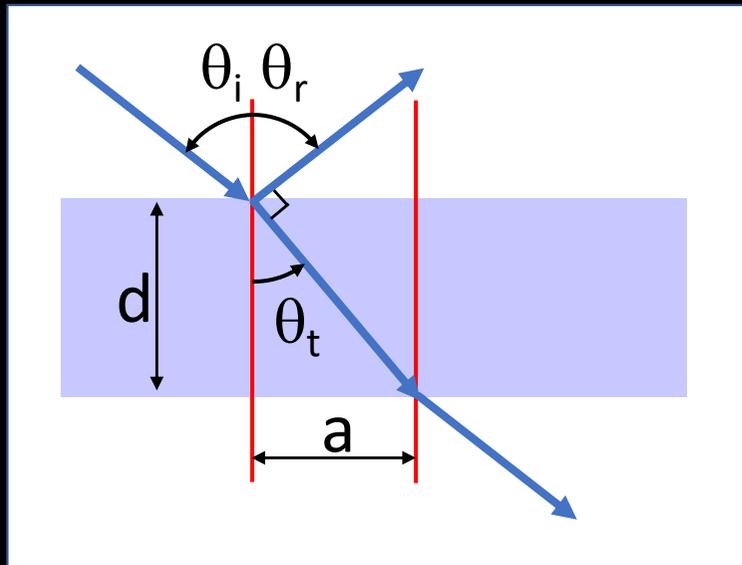
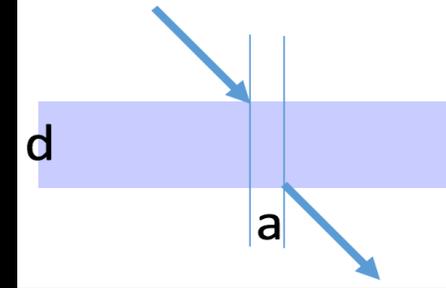


$$n_{\text{H}_2\text{O}} \sin\theta_i = n_{\text{aria}} \sin 45^\circ \quad \rightarrow \quad \sin\theta_i = \frac{\sin 45^\circ}{n_{\text{H}_2\text{O}}} \quad \rightarrow \quad \theta_i = 32,12^\circ$$

$$h \operatorname{tg}\theta_i + a = h \quad \rightarrow \quad h = \frac{a}{1 - \operatorname{tg}\theta_i} = 26,9 \text{ cm}$$

2) Un raggio luminoso incide nel vuoto su una lastra trasparente spessa $d = 3 \text{ cm}$.

Il raggio riflesso forma un angolo di 90° rispetto a quello rifratto che poi emerge a distanza $a = 2 \text{ cm}$ dal punto di ingresso. Calcolare l'indice di rifrazione del materiale della lastra.



$$\theta_r + 90^\circ + \theta_t = 180^\circ \rightarrow \theta_t = 90^\circ - \theta_r \rightarrow \theta_t = 90^\circ - \theta_i$$

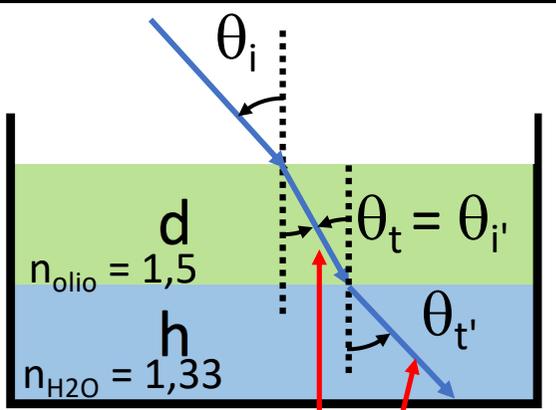
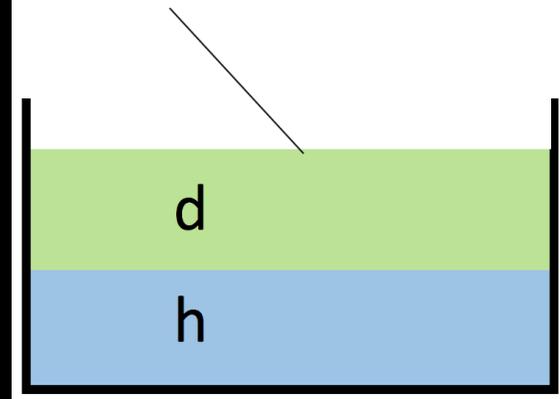
$$n_{\text{vuoto}} \sin \theta_i = n \sin \theta_t = n \cos \theta_i \rightarrow n = \text{tg} \theta_i$$

$$\text{tg}(\theta_t) = a/d \rightarrow \theta_t = \text{arctg}(a/d) = 33,69^\circ \rightarrow \theta_i = 56,31^\circ$$

$$n = \text{tg} \theta_i = 1,5$$

3) Uno strato di olio minerale ($n_{\text{olio}} = 1,5$) spesso d galleggia su uno strato di acqua ($n_{\text{H}_2\text{O}} = 1,33$) spesso $h = 10$ cm.

Un raggio luminoso viaggia in aria e arriva sull'olio con un angolo di incidenza di 30° . Sapendo che il raggio impiega lo stesso tempo per attraversare lo strato di olio e quello di acqua determinare lo spessore d dello strato di olio.



$$n_{\text{aria}} \sin\theta_i = n_{\text{olio}} \sin\theta_t \quad \rightarrow \quad \sin 30^\circ = n_{\text{olio}} \sin\theta_t \quad \rightarrow \quad \theta_t = 19,47^\circ$$

$$n_{\text{olio}} \sin\theta_{i'} = n_{\text{H}_2\text{O}} \sin\theta_{t'} \quad \rightarrow \quad \sin\theta_{t'} = \frac{n_{\text{olio}}}{n_{\text{H}_2\text{O}}} \sin\theta_t \quad \rightarrow \quad \theta_{t'} = 22,08^\circ$$

$$t_{\text{olio}} = \frac{s_{\text{olio}}}{v_{\text{olio}}} = \frac{d/\cos\theta_t}{c/n_{\text{olio}}}$$

$$t_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{s_{\text{H}_2\text{O}}}{v_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{h/\cos\theta_{t'}}{c/n_{\text{H}_2\text{O}}}$$

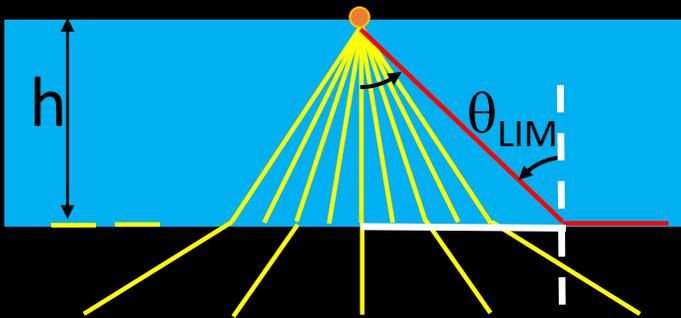
$$d \frac{n_{\text{olio}}}{c \cos\theta_t} = h \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{c \cos\theta_{t'}} \quad \rightarrow \quad d = h \frac{n_{\text{H}_2\text{O}} \cos\theta_t}{n_{\text{olio}} \cos\theta_{t'}} = 9,02 \text{ cm}$$

4) Su una faccia di una lastra di vetro spessa $h = 2$ cm viene posta una sorgente luminosa puntiforme isotropa.

La luce esce in aria dall'altra faccia all'interno di un cerchio di raggio $R = 1,8$ cm.

Determinare il valore dell'indice di rifrazione del vetro.

>>> $n = 1,495$



$$n \sin(\theta_{LIM}) = n_{aria} \sin(90^\circ) \rightarrow n = 1/\sin(\theta_{LIM})$$

$$R/h = \tan(\theta_{LIM}) = 0,9 \rightarrow \theta_{LIM} = 41,99^\circ$$

5) Al centro di una lastra piana di plexiglas ($n = 3/2$) si trova una sorgente luminosa puntiforme e isotropa. Da un lato della lastra c'è acqua ($n = 4/3$), dall'altro aria.

La luce emerge da ciascun lato della lastra all'interno di un cerchio di raggio R_{aria} e $R_{\text{H}_2\text{O}}$ rispettivamente. Ricavare il valore del rapporto fra le aree dei due cerchi.

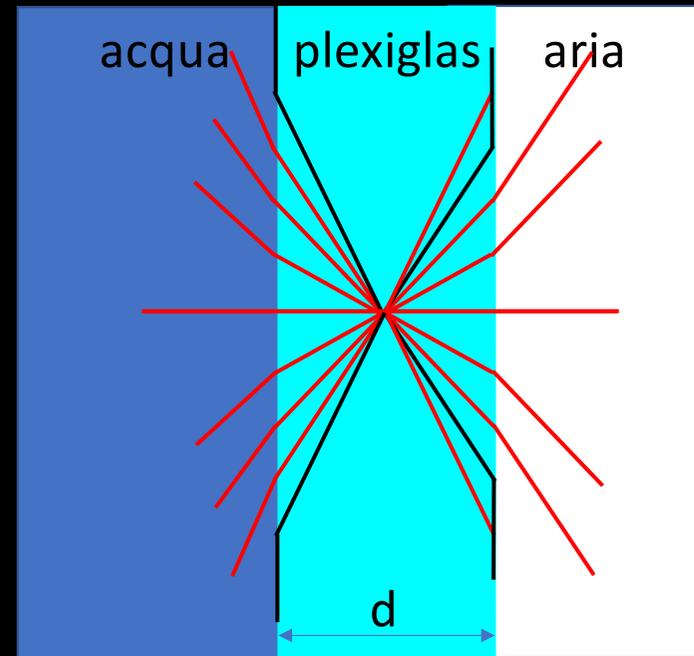
$$\ggg \text{tg}^2\theta_{\text{LIMH}_2\text{O}}/\text{tg}^2\theta_{\text{LIMaria}}=4,7$$

$$3/2 \sin(\theta_{\text{LIMH}_2\text{O}}) = 4/3 \rightarrow \theta_{\text{LIMH}_2\text{O}} = \arcsin(8/9)$$

$$3/2 \sin(\theta_{\text{LIMaria}}) = 1 \rightarrow \theta_{\text{LIMaria}} = \arcsin(2/3)$$

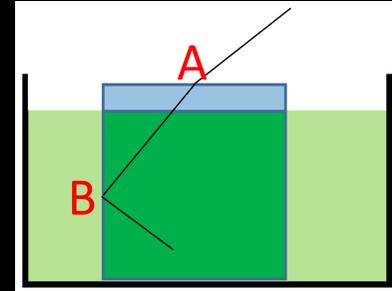
$$S_{\text{H}_2\text{O}} = \pi R_{\text{H}_2\text{O}}^2 = \pi [d/2 \text{tg}(\theta_{\text{LIMH}_2\text{O}})]^2$$

$$S_{\text{aria}} = \pi R_{\text{aria}}^2 = \pi [d/2 \text{tg}(\theta_{\text{LIMaria}})]^2$$



6) Un raggio luminoso incide ad un angolo θ sulla superficie di un parallelepipedo di plexiglas ($n = 3/2$) quasi completamente immerso in acqua ($n = 4/3$). Determinare il massimo valore di θ (in gradi) per il quale il raggio subisce riflessione totale sulla faccia verticale del blocco.

>>> $\theta = 43,41^\circ$



il raggio luminoso non viaggia in acqua

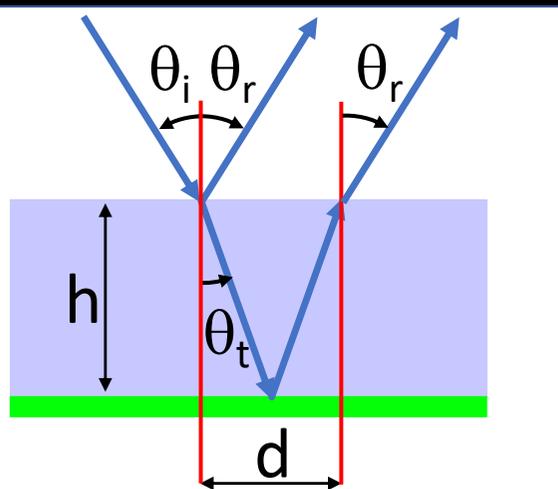
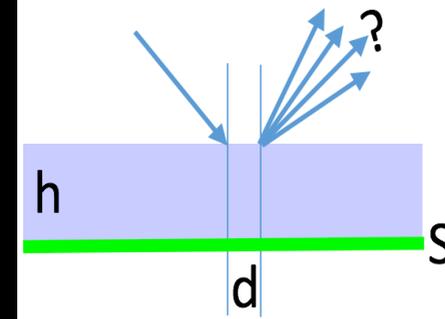
$$A: \sin(\theta) = n_p \sin(\theta_t)$$

$$B: n_p \cos(\theta_t) = n_{H_2O} \sin(90^\circ) \rightarrow \cos(\theta_t) = n_{H_2O}/n_p$$

$$\sin(\theta) = n_p \sin(\theta_t) = n_p [1 - \cos^2(\theta_t)]^{1/2} = n_p [1 - (n_{H_2O}/n_p)^2]^{1/2}$$

$$\theta = \arcsin[(n_p^2 - n_{H_2O}^2)^{1/2}] = \arcsin[\sqrt{17/6}]$$

7) Un raggio luminoso incide con un angolo di 30° su una superficie speculare S coperta da una lastra piana di vetro spessa $h = 1$ cm. Il raggio riflesso esce in un punto a distanza d da quello di ingresso (vedi figura). Determinare il valore di d sapendo che la lastra (indice di rifrazione $n = 1,5$) è immersa in aria.



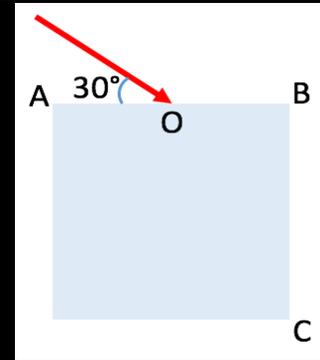
$$n_{\text{aria}} \sin\theta_i = n_{\text{vetro}} \sin\theta_t \quad \rightarrow \quad \theta_t = \arcsin(\sin 30^\circ / 1,5) = 19,47^\circ$$

$$d = 2 h \operatorname{tg}(\theta_t) = 0,71 \text{ cm}$$

8) Un raggio luminoso viaggiando in aria incide su un cubo di plexiglas ($n = 1,5$) di lato $L = 10$ cm in un punto O al centro della faccia superiore (a metà del lato AB nella sezione rappresentata dalla figura).

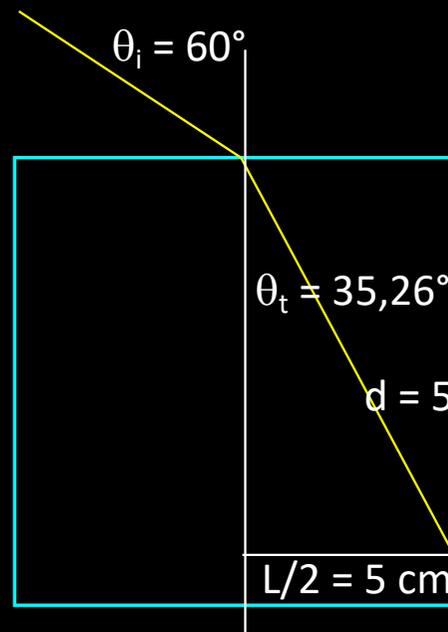
Determinare, dall'istante in cui è entrato nel cubo, il tempo impiegato dal raggio luminoso per uscire dalla faccia laterale (BC nella sezione della figura)

>>> $t = 0,43$ ns



$$t = d/v = d n/c$$

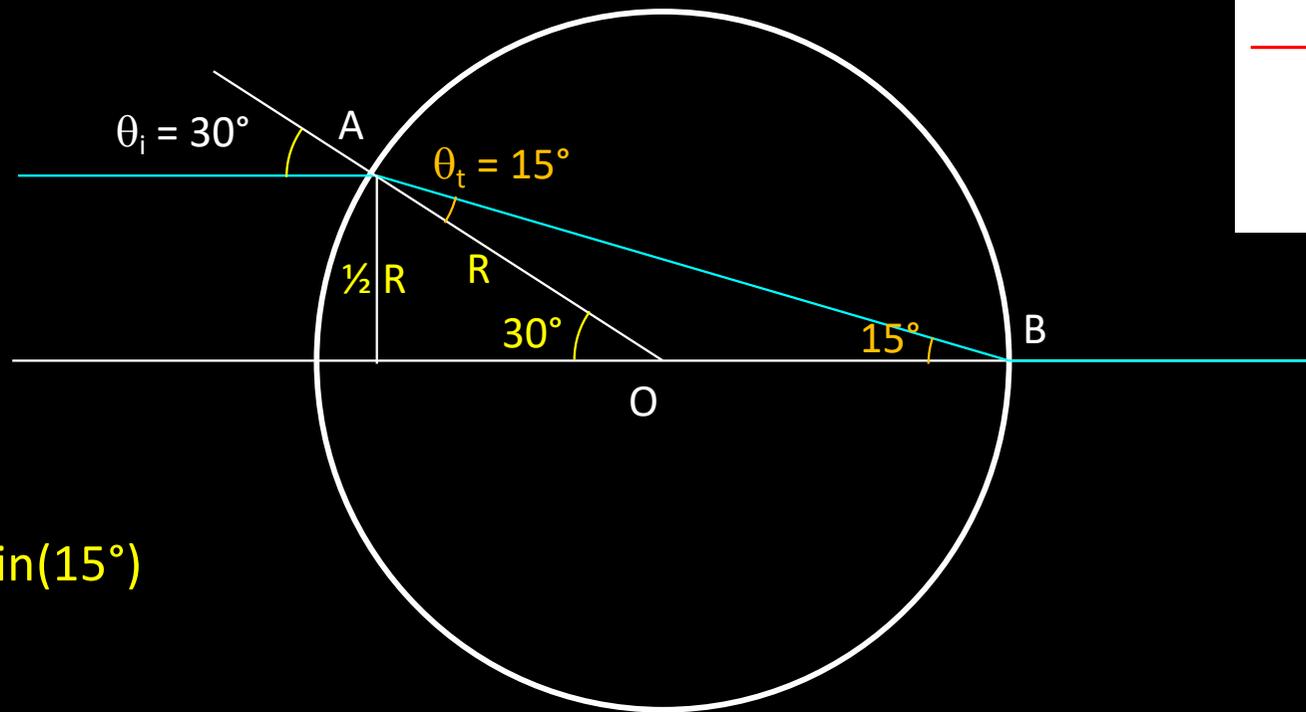
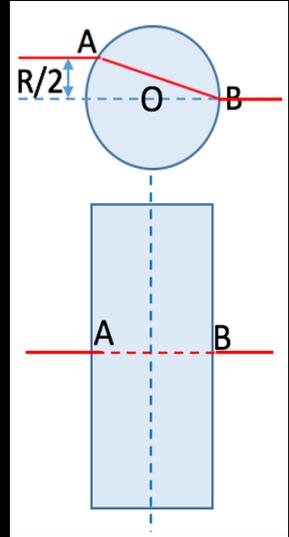
$$t = n^2 L/(2 c \sin\theta_i)$$



$$\sin(\theta_t) = \sin(60^\circ)/n$$

$$d = 5 \text{ cm} / \sin(35,26^\circ) = n(L/2) / \sin(60^\circ)$$

9) Un raggio luminoso in aria incide nel punto A di un cilindro di raggio R viaggiando perpendicolarmente al suo asse a distanza R/2. Il raggio esce dal punto B. Determinare il valore dell'indice di rifrazione del materiale che costituisce il cilindro.
 >>> $n = 1,93$



$$n_{\text{ARIA}} \sin(30^\circ) = n \sin(15^\circ)$$