

Complementi di fisica generale

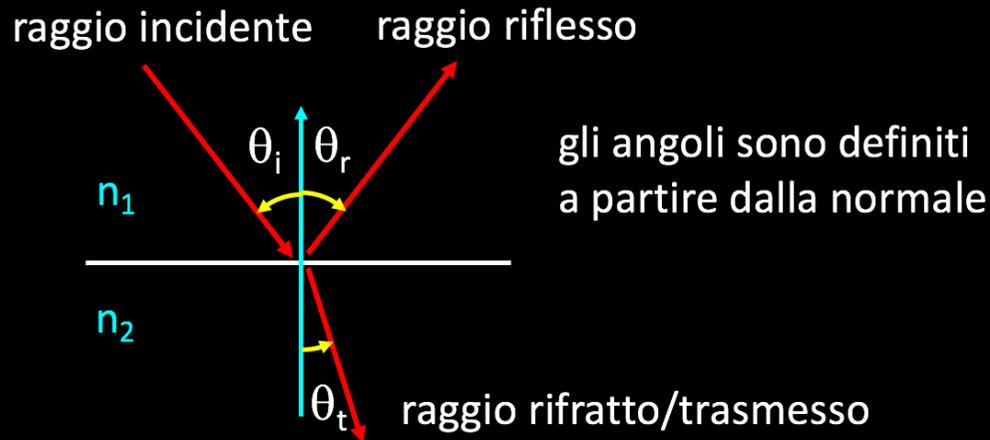
adalberto.sciubba@uniroma1.it

onde elettromagnetiche

esercitazione su

OTTICA GEOMETRICA:

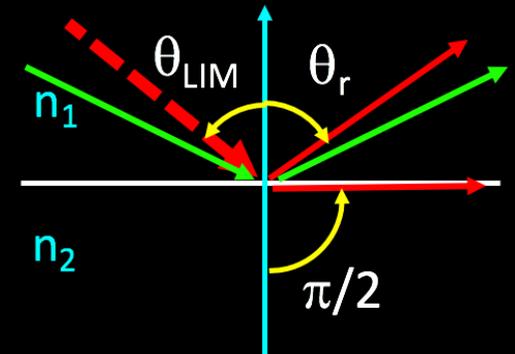
riflessione e rifrazione



$$\sin\theta_i = \sin\theta_r$$

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

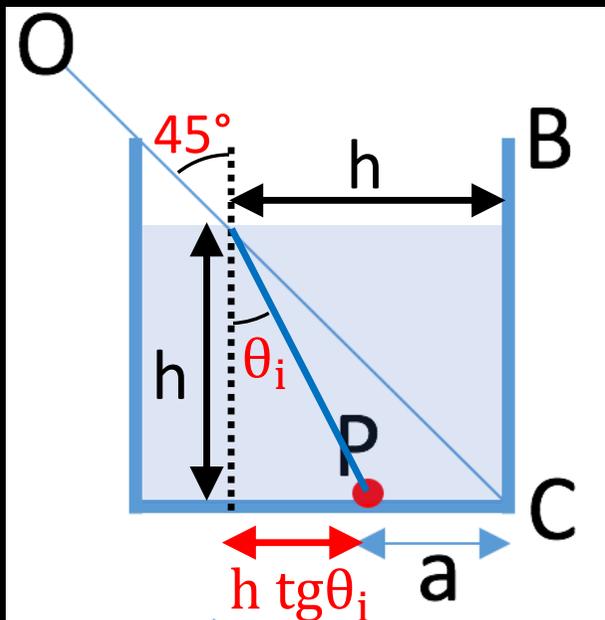
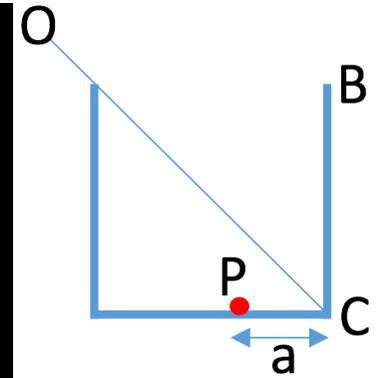
$$n = \frac{c}{v}$$



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

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

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?

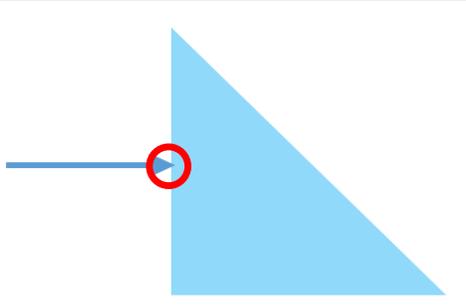
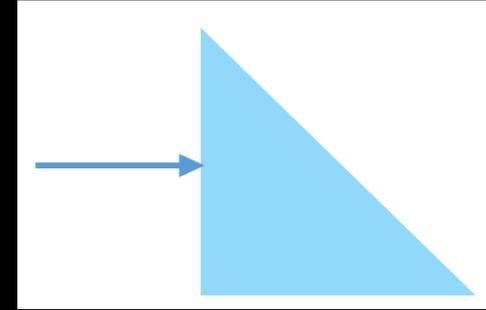


$$n_{\text{H}_2\text{O}} \sin\theta_i = n_{\text{aria}} \sin 45^\circ \rightarrow \sin\theta_i = \frac{\sin 45^\circ}{n_{\text{H}_2\text{O}}} \rightarrow \theta_i = 32,12^\circ$$

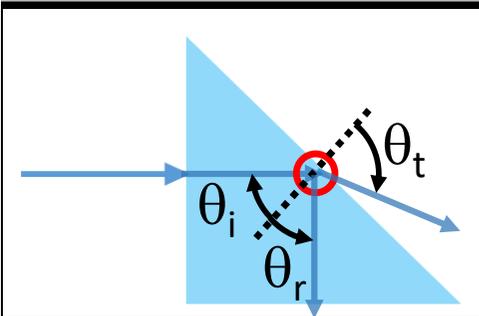
$$h \operatorname{tg}\theta_i + a = h \rightarrow h = \frac{a}{1 - \operatorname{tg}\theta_i} = 26,9 \text{ cm}$$

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:

$$\theta_i > \theta_{\text{LIM}} = \text{asin}(1/1,5) = 41,81^\circ$$

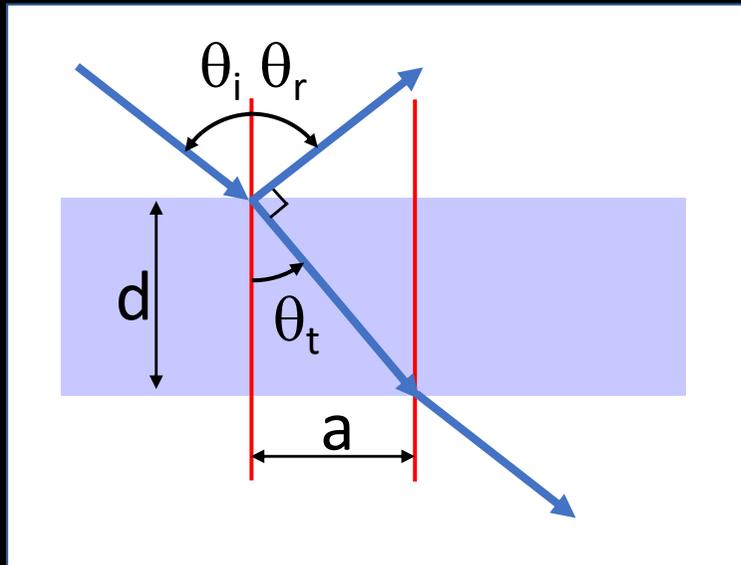
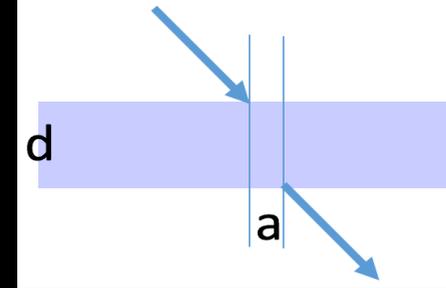
$$n_{\text{vetro}} \sin\theta_i = n_{\text{H}_2\text{O}} \sin\theta_t$$

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

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

4) Un raggio luminoso incide nel vuoto su una lastra trasparente spessa $d = 3$ cm.

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



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

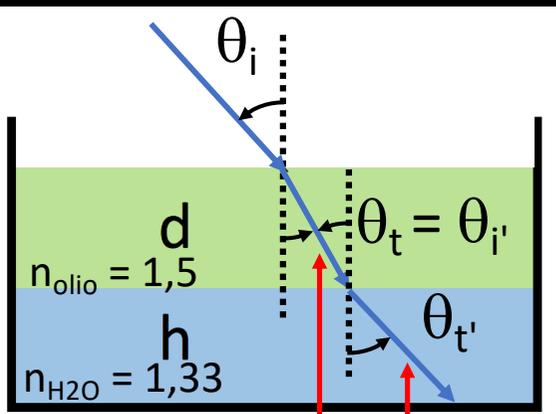
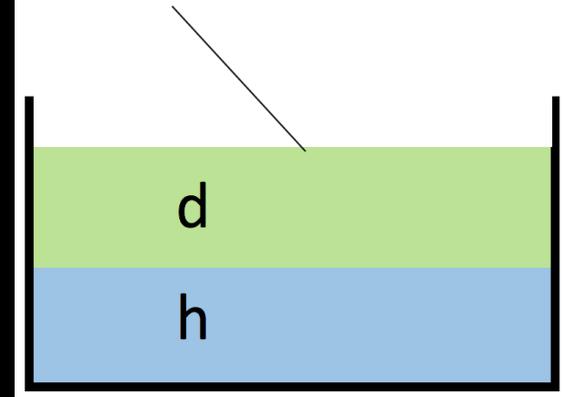
$$n_{\text{vuoto}} \sin \theta_i = n \sin \theta_t = n \cos \theta_i \rightarrow n = \operatorname{tg} \theta_i$$

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

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

5) 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.



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

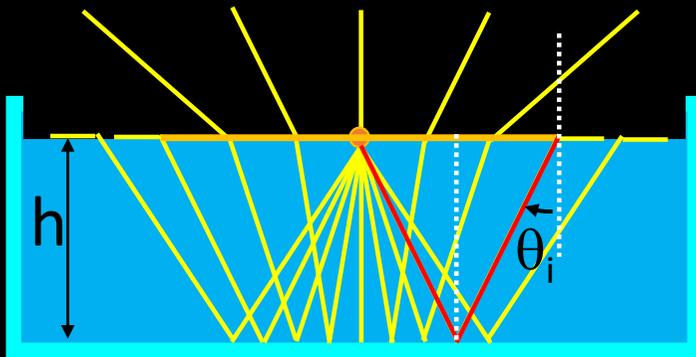
$$n_{\text{olio}} \sin\theta_{i'} = n_{\text{H}_2\text{O}} \sin\theta_{t'} \rightarrow \sin\theta_{t'} = \frac{n_{\text{olio}}}{n_{\text{H}_2\text{O}}} \sin\theta_t \rightarrow \theta_{t'} = 22,08^\circ$$

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

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

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

6) 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.

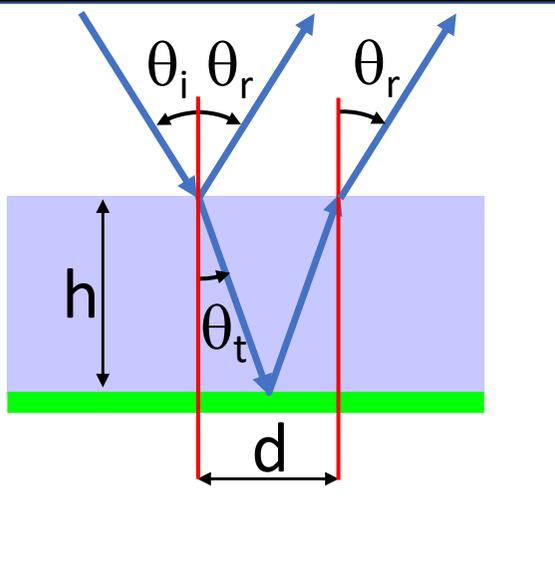
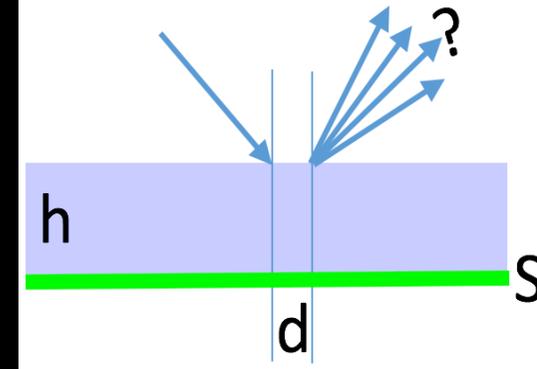


$$n_{\text{H}_2\text{O}} \sin(\theta_{\text{LIM}}) = n_{\text{aria}} \sin(\pi/2) \rightarrow \theta_{\text{LIM}} = \text{asin}(3/4) = 48,59^\circ$$

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

10) 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.

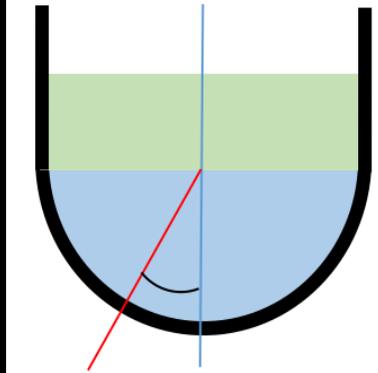
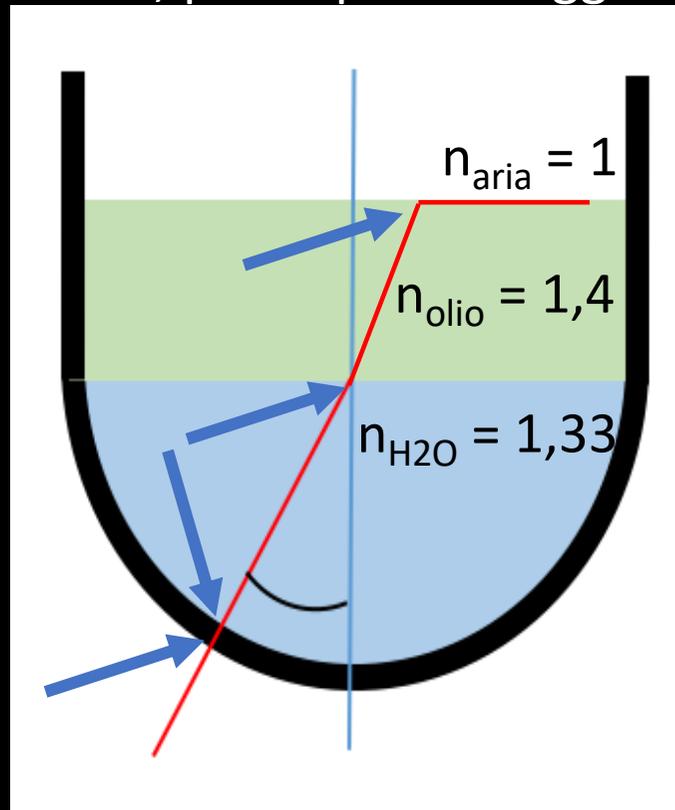


$$n_{\text{aria}} \sin\theta_i = n_{\text{vetro}} \sin\theta_t \quad \rightarrow \quad \theta_t = \arcsin(\sin 30^\circ / 1,5) = 19,47^\circ$$

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

3) 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.

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



Complementi di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

VENERDÌ 28 MAGGIO ORE 8:30-10:00

ottica geometrica

riflessione e rifrazione da superfici non piane

