

La deviazione dei raggi di luce

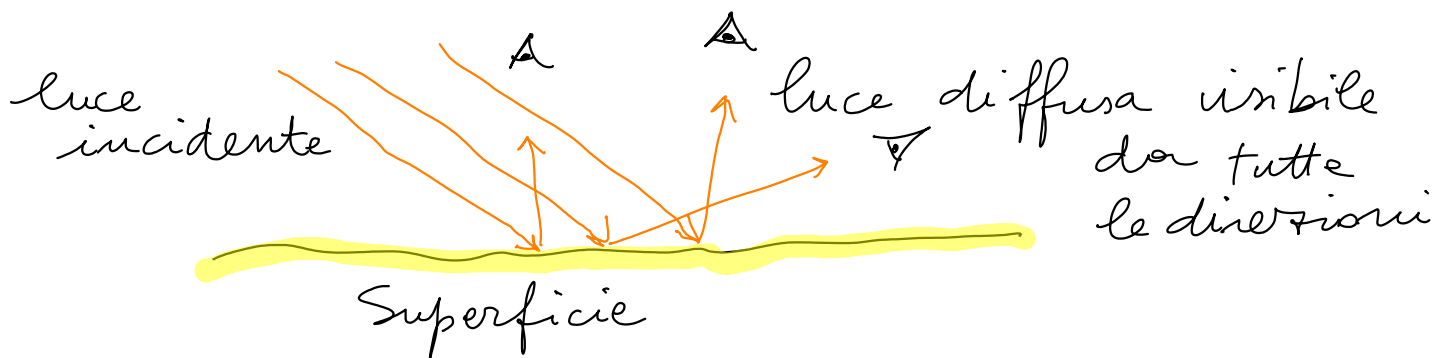
①

I raggi di luce possono essere deviati per **diffusione**, **riflessione** e **rifrazione**.

Diffusione

In questo caso i raggi sono deviati in tutte le direzioni.

Quasi tutti gli oggetti diffondono la luce e questo ci permette di vederli.



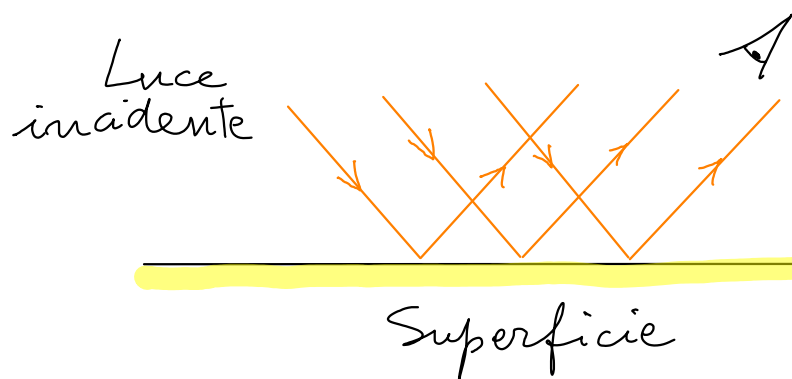
La diffusione può essere causata anche da particelle in sospensione (fumo, nebbia, polvere, latte in soluzione acquosa).

Riflessione

Si ha quando la luce colpisce una superficie perfettamente liscia come una lamina di metallo oppure una superficie d'acqua in quiete.

In questo caso i raggi luminosi sono deviati tutti allo stesso modo, e non in tutte le direzioni.

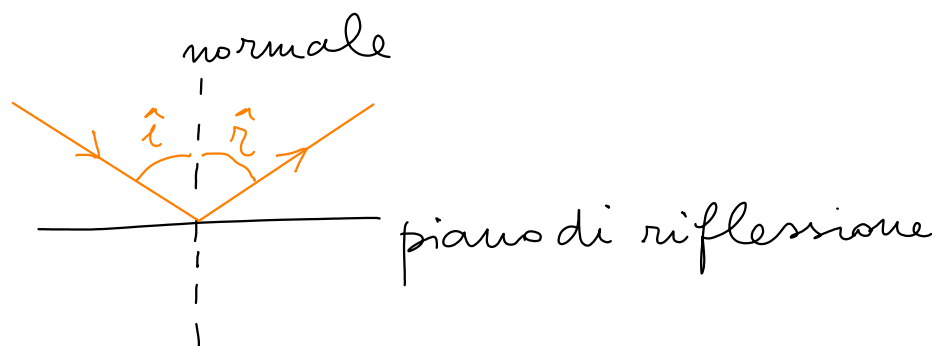
(2)



In questa direzione non si vedono i raggi riflessi

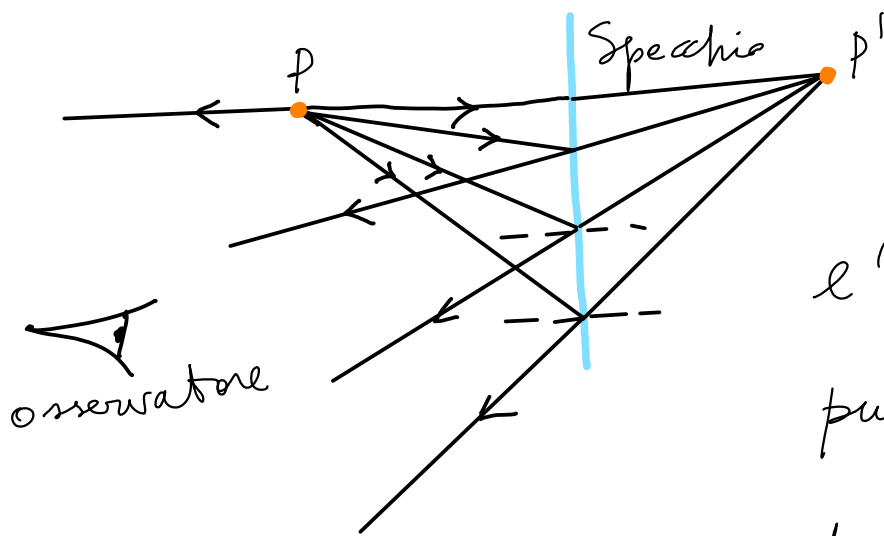
La legge della riflessione

- Il raggio riflesso si trova sempre nel piano individuato dal raggio incidente e dalla normale al piano di riflessione.
- L'angolo di riflessione \hat{r} (rispetto alla normale) è uguale all'angolo di incidenza \hat{i} (sempre rispetto alla normale).



Formazione delle immagini con gli specchi piani

3



Per chi osserva, l'immagine P' del punto P si forma dietro lo specchio a distanza uguale a quella dell'oggetto P dallo specchio.

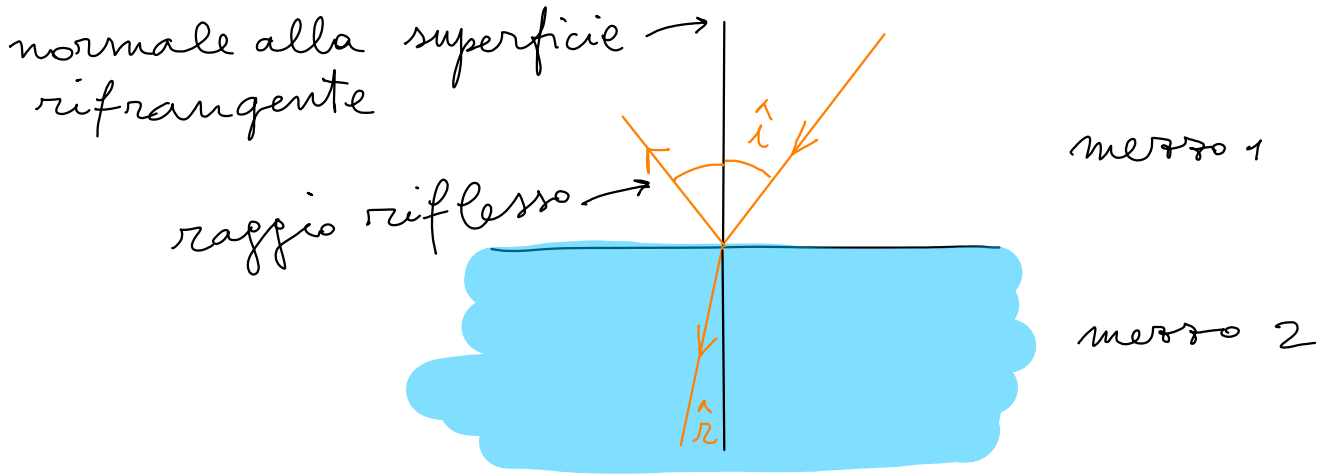
Problema

Che dimensione deve avere uno specchio piano perché una persona alta 170 cm riesca a vedersi interamente riflessa nello specchio?

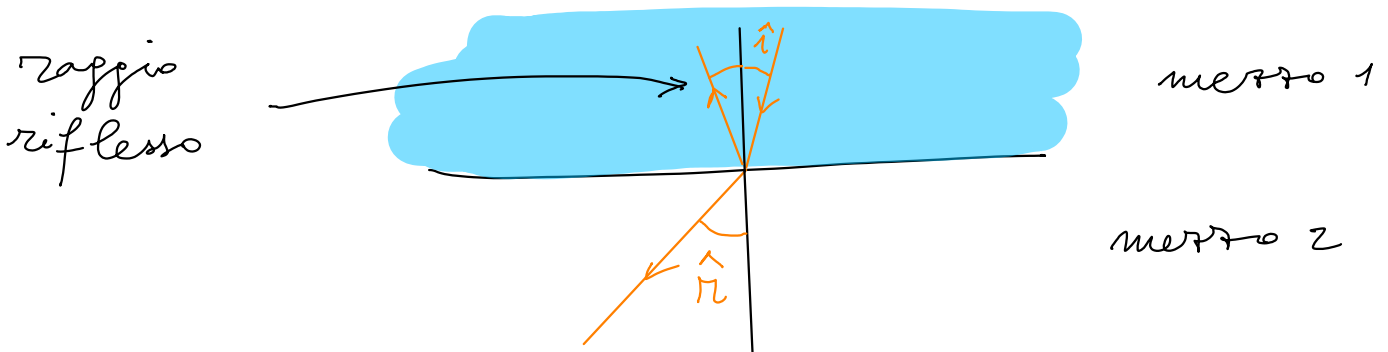
La risposta dipende dalla distanza della persona dallo specchio?

Rifrazione

Quando un raggio di luce attraversa la superficie di separazione tra due mezzi trasparenti di diversa densità, può cambiare direzione.



L'angolo che il raggio forma rispetto alla normale diminuisce passando da un mezzo meno denso ad un mezzo più denso, mentre aumenta quando la luce passa dal mezzo più denso a quello meno denso.



Gli angoli \hat{i} ed \hat{r} sono chiamati

angolo di incidenza (\hat{i}) ed angolo di rifrazione (\hat{r}).

5

La legge della rifrazione

Misurando gli angoli di rifrazione per diversi angoli di incidenza si osserva che è costante il rapporto $\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}}$.

La costante si indica con n ed è chiamata **indice di rifrazione relativo** del mezzo 2 rispetto al mezzo 1.

\hat{i}	\hat{r}	$\sin \hat{i} / \sin \hat{r}$
--	--	n
--	--	n

La legge della rifrazione dice che

— Il raggio rifratto si trova sempre nel piano individuato dal raggio incidente e dalla normale al piano di rifrazione.

— Vale la relazione di Snell

$$\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = n$$

La velocità della luce e l'indice di rifrazione

La velocità della luce nel vuoto vale $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Nei mezzi trasparenti invece la luce si propaga con una velocità più bassa

$v = \frac{c}{n}$ dove n è chiamato *indice di rifrazione assoluto del mezzo*.

Esempio

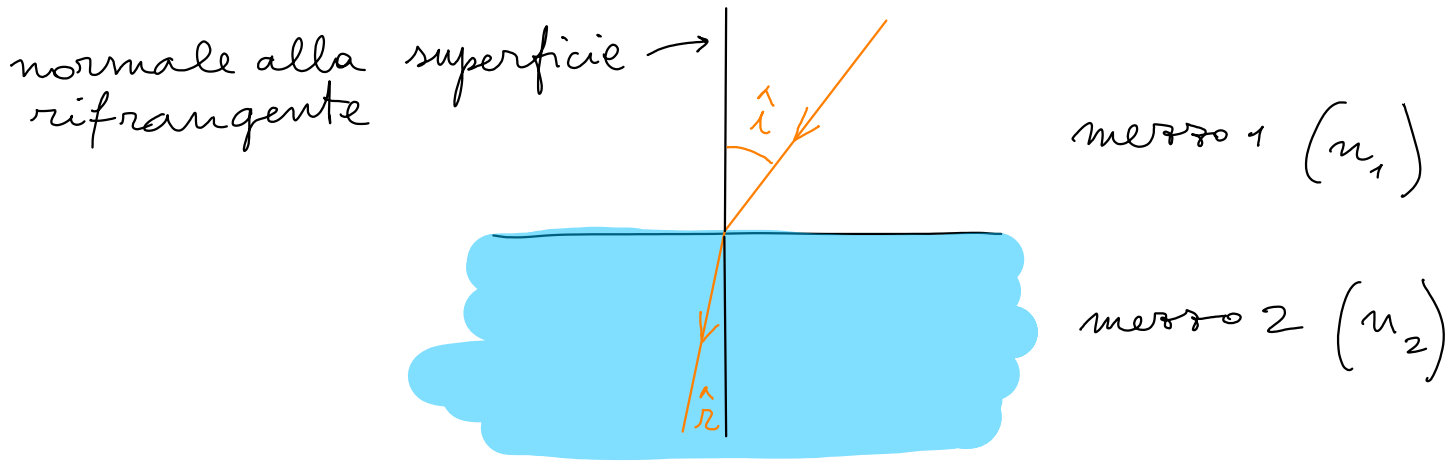
L'acqua ha indice di rifrazione $n = 1,33$. Calcola la velocità della luce nell'acqua.

Soluzione

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,33} \text{ m/s} = 2,25 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Si può verificare che l'indice di rifrazione relativo che compare nella legge di Snell è pari al rapporto inverso tra gli indici di rifrazione dei due mezzi.

I seni degli angoli sono dunque inversamente proporzionali agli indici di rifrazione dei corrispondenti mezzi trasparenti :



$$n_1 \cdot \sin \hat{i} = n_2 \sin \hat{r} \quad , \quad \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{n_2}{n_1} = n$$

Esempio

Calcola l'angolo di rifrazione per un raggio che incide sulla superficie di separazione tra acqua e vetro con un angolo di incidenza di 45°

$$(n_{\text{acqua}} = 1,33, \quad n_{\text{vetro}} = 1,5)$$

Soluzione

$$\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{n_{\text{vetro}}}{n_{\text{acqua}}} = \frac{1,5}{1,33} = 1,13$$

$$\text{da cui } \sin \hat{r} = \frac{\sin \hat{i}}{1,13} = \frac{\sin 45^\circ}{1,13} = 0,626$$

$$\text{ed } \hat{r} = \arcsin 0,626 = 38,7$$

Riflessione totale

Quando la luce passa da un mezzo trasparente ad un'altro con indice di rifrazione più basso l'angolo di rifrazione aumenta e, se supera i 90° non si ha più il raggio rifratto, ma la luce viene completamente riflessa dalla superficie di separazione tra i due mezzi. Questo fenomeno prende il nome di **riflessione totale**.

Esempio

Calcola l'**angolo limite** \hat{i}_e per la riflessione totale tra acqua e aria.

Soluzione

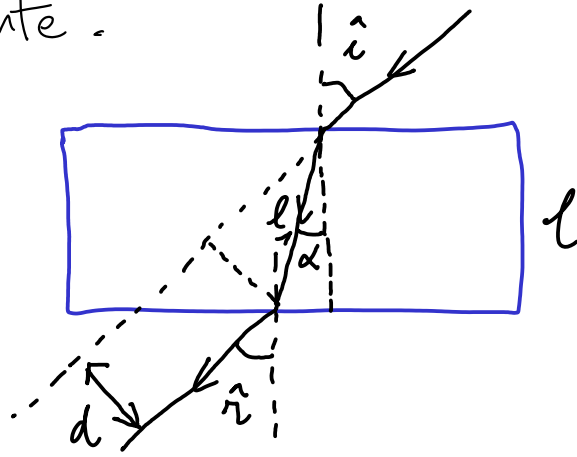
$$\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{n_{\text{aria}}}{n_{\text{acqua}}}, \text{ per } \hat{r} = 90^\circ \text{ si ha } \sin \hat{r} = 1$$

$$\text{e } \sin \hat{i}_e = \frac{1}{1,33} \text{ da cui } \hat{i}_e = 48,8$$

Prismi rettangolari

9

Quando un raggio di luce attraversa un prisma rettangolare viene spostato parallelamente.

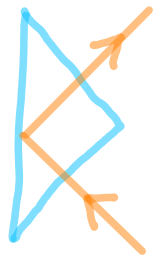


Il valore dello spostamento parallelo (d) dipende dallo spessore del prisma, dall'angolo di incidenza e dall'indice di rifrazione (n) del prisma (in aria).

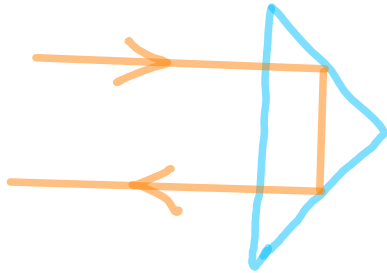
Il prisma triangolare

Un prisma avente per base un triangolo rettangolo isoscele ha diverse proprietà ottiche.

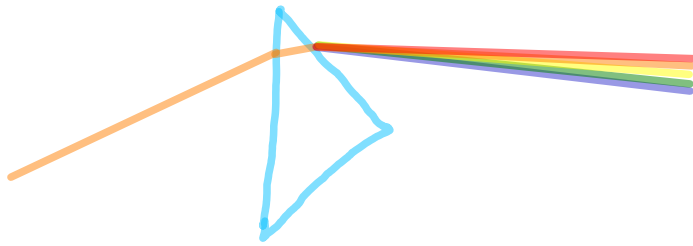
Si può usare per ruotare un raggio luminoso di 90° .



oppure per ruotarlo di 180°



Infine può essere usato come prisma separatore per separare la luce bianca nelle sue componenti colorate.



Questo fenomeno prende il nome di *dispersione della luce*.

L'indice di rifrazione di un mezzo dipende dal *colore* della luce ed è maggiore per la luce blu e minore per la luce rossa.