



# I processi fisici della luce: riflessione, diffusione, rifrazione e dispersione

L'**ottica** è la branca dell'elettromagnetismo che studia i fenomeni luminosi e l'interazione tra luce e materia. Si occupa prevalentemente delle radiazioni cui sono sensibili i nostri occhi, del passaggio della luce attraverso i corpi, della visione, delle sorgenti luminose e dell'illuminazione.

## La luce

La luce è un'**onda elettromagnetica** e come tale interagisce con la materia.

Parte da un corpo in grado di emettere onde elettromagnetiche (**sorgente**) e si propaga nel vuoto, in tutte le direzioni dello spazio, alla velocità di 299.792,458 km/s (*c*, costante fondamentale dalla fisica).

La propagazione avviene in modo **rettilineo**, in forma di **raggi luminosi**, ossia di fasci di luce molto sottile rappresentabile come una linea retta.

Il raggio luminoso trasporta energia e produce uno stimolo sulla retina dell'occhio dell'uomo. Se incontra sul suo percorso un ostacolo trasparente, il raggio può essere riflesso, assorbito o trasmesso; se incontra, invece, un ostacolo opaco, può essere solo riflesso o assorbito.

Oltre alle caratteristiche ondulatorie, la luce ha anche **comportamenti corpuscolari**, ma, per la loro complessità, non verranno qui affrontati.

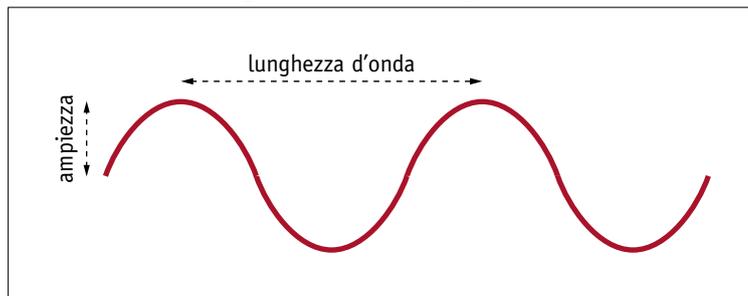
## Lunghezza d'onda e frequenza

Le onde elettromagnetiche sono caratterizzate dalla **lunghezza d'onda** ( $\lambda$ ) e dalla **frequenza** ( $\nu$ ). La lunghezza d'onda rappresenta la distanza tra due creste d'onda vicine e si misura in metri (m). La frequenza indica il numero di oscillazioni complete che l'onda compie in un secondo e si misura in hertz (Hz).

Le due grandezze sono inversamente proporzionali fra loro, in quanto:

$$\lambda = c/\nu$$

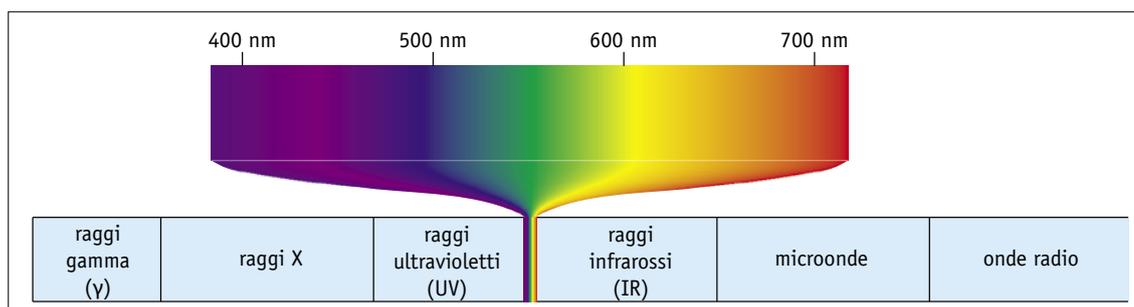
Di conseguenza un'onda a bassa frequenza ha una lunghezza d'onda molto elevata, e viceversa.



## Spettro elettromagnetico

Lo spettro elettromagnetico è formato da un insieme di diverse radiazioni, distinguibili in relazione alla loro lunghezza d'onda.

L'occhio umano percepisce solamente le onde elettromagnetiche con lunghezze d'onda comprese tra 380 e 750 nm. Queste costituiscono lo **spettro visibile**.





Lunghezza d'onda dei colori dello spettro	
Colore	$\lambda$ (nm)
Violetto	380-420
Indaco	420-470
Blu	440-470
Verde	470-570
Giallo	570-590
Arancione	590-610
Rosso	610-750

Al di fuori dello spettro visibile ci sono le onde radio (10 km – 10 cm), le microonde (1 m – 1 mm), i raggi infrarossi (1 mm – 700 nm), i raggi UV (400 nm – 10 nm), i raggi X (10 nm – 1 m) e i raggi gamma ( $\leq 1$  pm).

### Il colore dei corpi

Il colore dei corpi dipende dalle proprietà microscopiche dei materiali di cui sono costituiti, in particolare, dalle lunghezze d'onda della luce che sono in grado di assorbire e da quelle che, invece, diffondono, facendole giungere ai nostri occhi.

Un corpo appare rosso, per esempio, quando diffonde la luce rossa, ma assorbe tutti gli altri colori.

Casi particolari sono i corpi bianchi e i corpi neri: i primi diffondono tutti i colori dello spettro visibile, mentre i secondi li assorbono tutti. Appare però nero anche un corpo di un certo colore (per esempio, viola), quando è illuminato con luce di un altro colore (per esempio, verde).

## Fenomeni che influenzano il propagarsi della luce

I fenomeni che influenzano o impediscono la trasmissione della luce attraverso la materia sono:

- la riflessione;
- la diffusione;
- la rifrazione;
- la dispersione.

### Riflessione della luce

Quando un fascio di luce proveniente da una sorgente luminosa (per esempio, una lampadina) colpisce una superficie perfettamente liscia e lucida (per esempio, uno specchio), esso ritornerà nella direzione opposta a quella di provenienza, proprio come avviene quando una palla da biliardo sbatte contro una sponda del tavolo da gioco.

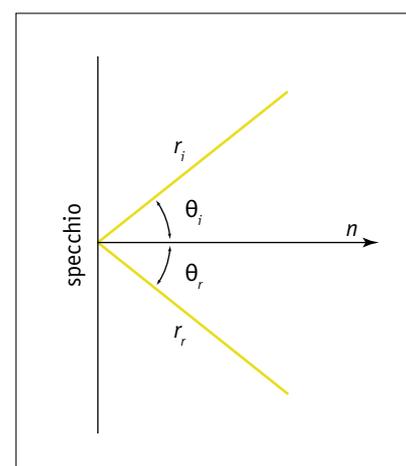
Il fenomeno descritto prende il nome di **riflessione** della luce.

Il raggio di luce che parte dalla sorgente luminosa e arriva allo specchio è detto **raggio incidente** ( $r_i$ ), quello che ritorna dalla superficie riflettente (cioè lo specchio) si chiama **raggio riflesso** ( $r_r$ ). L'angolo che il raggio riflesso forma con la perpendicolare ( $n$ ) alla superficie dello specchio è detto **angolo di riflessione** ( $\theta_r$ ), mentre quello che il raggio incidente forma con la normale alla superficie riflettente si chiama **angolo di incidenza** ( $\theta_i$ ).

Il fenomeno della riflessione è governato da due importanti leggi.

- **Prima legge della riflessione.** Il raggio incidente, il raggio riflesso e la perpendicolare alla superficie riflettente nel punto di incidenza appartengono allo stesso piano.
- **Seconda legge della riflessione.** L'angolo di incidenza è uguale all'angolo di riflessione.

La riflessione diffusa da parte delle superfici è il principale meccanismo attra-





verso il quale gli oggetti sono visti dai nostri occhi.

### Diffusione della luce

Quando un fascio di luce incide su una superficie ruvida, detta anche **scabra**, si assiste a un fenomeno detto **diffusione**.

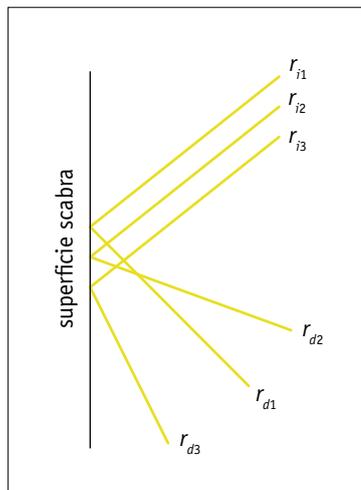
In questo caso la superficie su cui è proiettata la luce può essere vista come l'insieme di tanti piccoli tratti di superfici piane, ciascuno disposto secondo angoli diversi rispetto al raggio incidente.

I raggi di luce, che incidono su queste piccole superfici, sono riflessi in tante direzioni diverse.

Complessivamente il fascio non è quindi deviato uniformemente, ma si dice che è **diffuso** ( $r_d$ ).

L'effetto che si ottiene è una luce diffusa che proviene dalla superficie illuminata.

La diffusione da parte dell'atmosfera è responsabile della luminosità del cielo.



### Rifrazione della luce

Quando un raggio di luce passa da un mezzo trasparente a un altro, per esempio, dall'aria (un mezzo a bassa densità ottica) all'acqua (un mezzo a densità ottica elevata) avviene il fenomeno detto **rifrazione**.

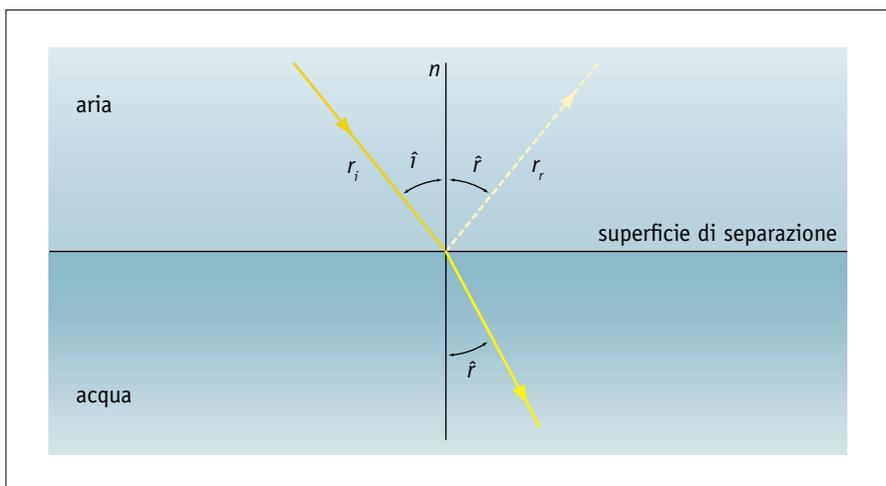
Poiché in ciascuno dei due mezzi la luce ha una **diversa velocità di propagazione**, nel passaggio attraverso la superficie che li separa, il raggio subisce una **deviazione della traiettoria originale**: una parte della luce viene riflessa, mentre la restante viene rifratta, cioè deviata.

Se il primo mezzo è meno denso del secondo (per esempio, l'aria rispetto all'acqua), il raggio di luce devia avvicinandosi alla perpendicolare alla superficie di separazione, mentre se il primo mezzo è più denso del secondo (l'acqua rispetto all'aria) il raggio devia allontanandosi dalla perpendicolare.

Il raggio che penetra nell'acqua si chiama **raggio rifratto**, l'angolo che il raggio rifratto forma con la perpendicolare alla superficie di separazione si chiama **angolo di rifrazione**.

La rifrazione spiega diversi **fenomeni ottici**. Si pensi per esempio a una matita che immersa nell'acqua appare spezzata. Questo avviene perché i raggi di luce riflessi nella matita, passando dal mezzo acqua al mezzo aria, non escono rettilinei ma si rifraggono, cioè si "piegano".

La rifrazione trova uso in molti strumenti ottici (occhiali, microscopi, telescopi).



### Dispersione della luce

Facendo passare un fascio di luce bianca (per esempio, la luce solare) attraverso un prisma di vetro di forma triangolare, all'uscita del prisma la luce risulterà scomposta nei colori fondamentali dello spettro luminoso. Questo fenomeno è detto **dispersione della luce** e viene spiegato attraverso la rifrazione. La velocità della luce in un mezzo materiale come il vetro è, infatti, diversa a seconda della sua lunghezza d'onda, così dal prisma escono separatamente i colori, dal rosso al violetto.

Poiché a differenti lunghezze d'onda la luce presenta diversi colori e l'indice di rifrazione dipende dalla velocità della luce nel mezzo, all'uscita del prisma il raggio di luce avrà angoli di rifrazione leggermente diversi secondo il colore: minore è la lunghezza d'onda, maggiore è



l'angolo di rifrazione.

Quando, invece, un fascio di luce bianca subisce **due volte la rifrazione**, entrando e uscendo da un prisma, si produce quel fenomeno conosciuto come **dispersione dei colori**.

La dispersione della luce spiega fenomeni ottici come l'arcobaleno.

