

LA LUCE

① CHE COSA È LA LUCE?

Sappiamo che la luce è un insieme di radiazioni elettromagnetiche che da una sorgente si propagano nello spazio con una velocità costante di 300.000 km/s .

Per via sperimentale si dimostra che un fascio di luce bianca, passando attraverso un prisma di vetro, viene scomposto in sette fasci (non perfettamente distinguibili) che hanno colori diversi: rosso, arancio, giallo, verde, azzurro, indaco e violetto, che corrispondono ai insiemi di radiazioni elettromagnetiche con caratteristiche differenti. Ogni radiazione è un'espressione di uno stesso fenomeno, ma è distinguibile dalle altre per:

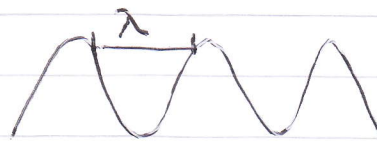
- FREQUENZA, che è il numero di volte in cui l'onda si ripete nell'unità di tempo;
- LUNGHEZZA D'ONDA, che è la distanza tra due massimi o due minimi successivi dell'onda.

$c = \lambda \cdot \nu$

↑ velocità della luce

← lunghezza d'onda

← frequenza



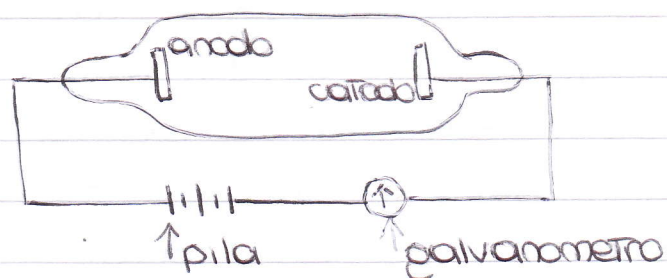
Quanto più è piccola la lunghezza d'onda, tanto maggiore è la frequenza. La frequenza (ν) viene misurata in hertz (Hz), la lunghezza d'onda in multipli e sottomultipli del metro.

Il campo delle radiazioni elettromagnetiche è molto vasto e comprende, oltre alla luce visibile, i raggi γ , i raggi X, i raggi ultravioletti (UV), i raggi infrarossi e le onde radio.

Le radiazioni elettromagnetiche trasportano nello spazio l'energia, prodotta da una sorgente luminosa, sotto forma di pacchetti, o meglio di quanti di luce, detti fotoni.

Il fenomeno che ha fatto comprendere la doppia natura (quella

corpuscolare e quella elettromagnetica) della luce è stato l'esperimento fotoelettrico:



Si prende un tubo di vetro con la forma mostrata nella figura a fianco. Nel tubo sono inseriti due elettrodi collegati a una pila. Si estrae l'aria dal tubo e poi si stabilisce una

differenza di potenziale tra i due elettrodi mediante la pila. In queste condizioni, non si nota nessun passaggio di corrente: il circuito infatti è aperto, perché è interrotto nel tratto tra i due elettrodi.

Si invia poi verso il catodo una luce monocromatica (un fascio di radiazioni che hanno tutte la stessa frequenza). Si eseguono diversi esperimenti, con luci monocromatiche di frequenze diverse.

Quando la frequenza della radiazione inviata verso il catodo assume determinati valori, il galvanometro segnala un passaggio di corrente.

Questo significa che la radiazione ha fatto uscire degli elettroni dal catodo, che si dirigono poi verso l'anodo, trasportando così la corrente.

② COME SI PROPAGANO I RAGGI LUMINOSI?

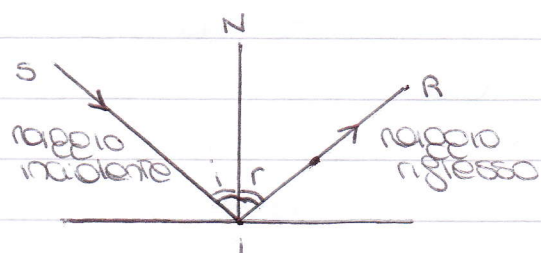
Quando la luce emessa da una sorgente si propaga in un mezzo omogeneo e isotropo (corpo che presenta le stesse caratteristiche fisiche in tutte le direzioni dello spazio), segue una traiettoria rettilinea in tutte le direzioni dello spazio. Se nel suo cammino la luce incontra un corpo opaco, in cui le radiazioni non possono propagarsi, si genera un cono d'ombra.

Se la superficie del corpo opaco è sufficientemente levigata, i raggi luminosi vengono riflessi; se, invece, la superficie riflettente

è irregolare, si verificano fenomeni di diffusione. Quando i raggi luminosi incontrano un corpo trasparente, entro cui possono propagarsi, lo attraversano, ma vengono deviati, subiscono cioè una rifrazione, che è sempre accompagnata da una parziale riflessione del raggio incidente.

③ LA RIFLESSIONE DELLA LUCE

Le due leggi che regolano la riflessione della luce sono state enunciate dal francese René Descartes.



Un raggio incide nel punto I di uno specchio e viene riflesso. La retta perpendicolare allo specchio nel punto I è la normale nel punto di incidenza. L'angolo $\hat{SIN}$, formato dal raggio incidente e dalla

normale nel punto di incidenza I, si chiama angolo di incidenza; l'angolo $\hat{NIR}$, formato dalla normale e dal raggio riflesso, si chiama angolo di riflessione.

• PRIMA LEGGE DELLA RIFLESSIONE:

il raggio incidente, il raggio riflesso e la normale nel punto di incidenza sono situati nello stesso piano, detto piano di incidenza.

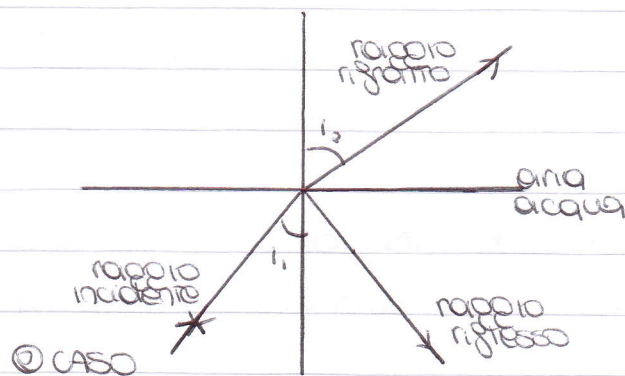
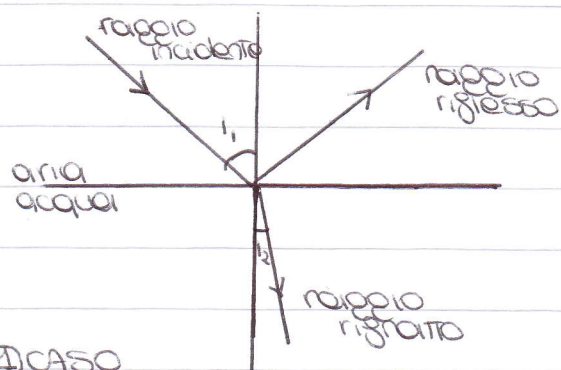
• SECONDA LEGGE DELLA RIFLESSIONE:

L'angolo di riflessione è uguale all'angolo di incidenza.

$$\hat{SIN} = \hat{NIR}$$

④ LA RIFRAZIONE DELLA LUCE

Le due leggi che regolano la rifrazione della luce sono state enunciate, come quelle della riflessione, da Descartes.



Un raggio di luce incontra la superficie di separazione tra due mezzi trasparenti. Sia nel primo caso sia nel secondo il raggio viene deviato dalla sua traiettoria rettilinea e prosegue nel secondo mezzo. C'è però una differenza: se il raggio passa da un mezzo meno denso a uno più denso (① CASO), si avvicina alla normale; viceversa, se il raggio passa da un mezzo più denso a uno meno denso, si allontana dalla normale.

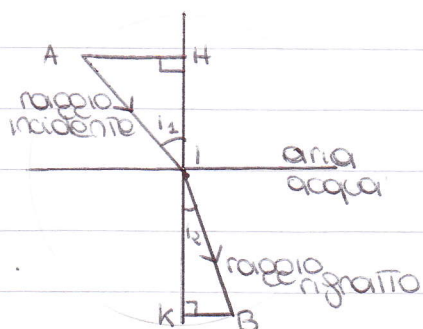
In entrambi i casi, il raggio che penetra nel secondo mezzo si chiama raggio rifratto. L'angolo i_2 , che il raggio rifratto forma con la normale, si chiama angolo di rifrazione.

• PRIMA LEGGE DI RIFRAZIONE:

il raggio incidente, il raggio rifratto e la normale nel punto di incidenza appartengono a uno stesso piano

Se aumentiamo l'angolo di incidenza, anche l'angolo di rifrazione aumenta; viceversa, se diminuiamo l'angolo di incidenza anche quello di rifrazione diminuisce.

Consideriamo il passaggio dal mezzo meno denso a quello più denso:



Consideriamo una circonferenza che ha il centro nel punto di incidenza I. Il raggio incidente interseca la circonferenza nel punto A e il raggio rifratto nel punto B.

I segmenti AH e BK sono perpendicolari alla normale. Sperimentalmente si verifica che il rapporto tra i

segmenti AH e BK è sempre costante al variare dell'angolo di incidenza.

• SECONDA LEGGE DELLA RIFRAZIONE

$\frac{AH}{BK} = \text{costante}$ (il valore della costante dipende dalle caratteristiche dei due mezzi)

Vi è, inoltre, un'ulteriore formulazione della seconda legge di rifrazione:

Dato un triangolo rettangolo, si definisce seno di un angolo acuto il rapporto tra il cateto opposto all'angolo e l'ipotenusa.

Indichiamo il seno di un angolo i con la scrittura $\text{sen}(i)$.

Applichiamo la definizione di seno all'angolo i_1 del triangolo rettangolo della figura considerata precedentemente:

$$\text{sen}(i_1) = \frac{AH}{AI}$$

e all'angolo i_2 del triangolo BKI:

$$\sin(i_2) = \frac{BK}{BI}$$

Poiché $AI = BI$, vale la seguente uguaglianza:

$$\frac{\sin(i_1)}{\sin(i_2)} = \frac{AH}{BK}$$

Poiché sappiamo che il rapporto AH/BK è costante, possiamo esprimere la seconda legge della rifrazione con la formula:

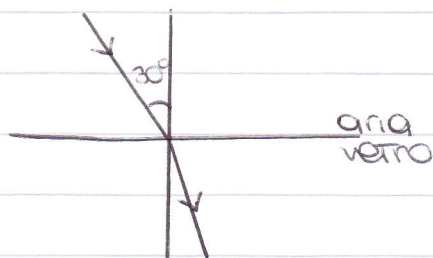
$$\frac{\sin(i_1)}{\sin(i_2)} = \text{costante}$$

Per comprendere con maggiore facilità quest'ultimo argomento, ecco un esercizio svolto:

PROBLEMA

Un raggio di luce dall'aria incide su un blocco di vetro ($n = 1,52$) con un angolo $i_1 = 30^\circ$.

1. Quanto vale l'angolo di rifrazione?
2. Di quanto risulta deviato il raggio di luce?
3. Un angolo che incide sul vetro con un angolo di 45° subisce la stessa deviazione?



SOLUZIONE

1. Applichiamo la seconda legge della rifrazione:

$$\frac{\sin(30^\circ)}{\sin(i_2)} = 1,52$$

$$\sin(i_2) = \frac{\sin(30^\circ)}{1,52} = \frac{0,5}{1,52} = 0,329$$

Ci calcoliamo $\sin^{-1}(0,329)$, che ci darà il valore dell'angolo, il cui seno vale, appunto, 0,329.

$$i_2 = 19^\circ$$

e Il raggio incidente risulta deviato di un angolo:

$$\alpha = 30^\circ - 19^\circ = 11^\circ$$

3 Applichiamo di nuovo la legge:

$$\frac{\sin(i_1)}{\sin(i_2)} = 1,52$$

$$\sin(i_2) = \frac{\sin(45^\circ)}{1,52} = \frac{0,71}{1,52} = 0,465$$

$$i_2 = 28^\circ$$

L'angolo di deviazione è:

$$\beta = 45^\circ - 28^\circ = 17^\circ$$

quindi diverso da quello precedente.