

LA LUCE

Una massa che oscilla genera onde elastiche, mentre una carica che oscilla genera onde elettromagnetiche. Le onde elettromagnetiche ricoprono una vasta gamma di frequenze: al variare delle frequenze variano le caratteristiche delle onde corrispondenti. Abbiamo così le *onde - radio* ($f=3 \times 10^3 \text{ Hz} - 3 \times 10^8 \text{ Hz}$), le *onde infrarosse* ($f=3 \times 10^{11} \text{ Hz} - 3 \times 10^{14} \text{ Hz}$), le *onde ottiche* ($f=4 \times 10^{14} \text{ Hz} - 8 \times 10^{14} \text{ Hz}$). Per frequenze maggiori si hanno le radiazioni ultraviolette, i raggi X, i raggi γ e le radiazioni cosmiche.

La luce è un'onda elettromagnetica la cui frequenza varia da $4 \times 10^{14} \text{ Hz}$ a $8 \times 10^{14} \text{ Hz}$ circa. Definiamo la luce un'onda perché si comporta come tale. Infatti dà luogo a fenomeni come l'interferenza, la diffrazione, la polarizzazione, che sono caratteristici delle onde.

Fino alla metà del 1600 la luce era ipotizzata come un insieme di corpuscoli (teoria corpuscolare) che partendo dalla sorgente e muovendosi in linea retta, rimbalzerebbero su alcuni corpi (opachi) e ne attraverserebbero altri (trasparenti). Dopo tale data, gli studi su alcuni fenomeni come la diffrazione mostrarono la natura ondulatoria della luce.

Le sorgenti ottiche

Sono definiti sorgenti ottiche tutti i corpi capaci di emettere radiazioni ottiche, cioè radiazioni la cui frequenza sia dell'ordine di 10^{14} Hz . Si tratta di quelle radiazioni che colpendo il nostro occhio ci procurano quella speciale sensazione che chiamiamo luce.

In una stanza buia non riceviamo nessun tipo di stimolo luminoso. Se accendiamo una lampadina, avvertiamo subito la sensazione luminosa colpire il nostro occhio. In una stanza illuminata riceviamo lo stesso tipo di stimolo da tutti gli oggetti che vediamo. La differenza sta la lampadina e gli oggetti sta nel fatto che la prima emette radiazioni luminose a spese della propria energia interna (in questo caso energia elettrica), mentre gli altri oggetti emettono energia a spese dell'energia ricevuta dalla lampadina. Da dove proviene la luce? Nella maggioranza dei casi proviene dall'*agitazione degli elettroni atomici*. Nella lampadina la corrente porta il filamento di tungsteno a temperature elevatissime, fornendo energia agli elettroni, che la rilasciano per tornare a livelli di energia normali.

In genere, ogni corpo portato a una temperatura sufficientemente elevata, emette energia (più la temperatura è elevata, più la luce diventa chiara).

La velocità della luce

La luce, come tutte le onde elettromagnetiche, viaggia nel vuoto a una velocità di circa **300000 km/sec**. Si tratta di una *velocità limite*, cioè del limite assoluto delle velocità raggiungibili, nel senso che un corpo dotato di massa non può mai né raggiungere né tanto meno superare tale velocità.

Intensità luminosa e intensità di illuminazione

Tutti i corpi esposti all'azione della luce proveniente da una sorgente ottica si riscaldano. Ciò significa che la sorgente ottica trasferisce a tali corpi, mediante la luce, una certa quantità di energia.

Si definisce **intensità luminosa** di una sorgente *l'energia che la sorgente emette nell'unità di tempo* (si misura in **watt**).

Si definisce **intensità di illuminazione** di una superficie *l'energia trasferita a una superficie di 1 mq in un secondo* (si misura in **watt/mq**).

Due sorgenti luminose che emettono la stessa energia possono però provocare in noi sensazioni differenti. Ad esempio una lampadina da 40 – 60 watt è sufficiente per illuminare un piano di lavoro in modo adeguato, ma è del tutto insufficiente per illuminare una stanza di ampie dimensioni. L'intensità di illuminazione sarà quindi direttamente proporzionale all'intensità luminosa e inversamente proporzionale al quadrato della distanza tra la sorgente luminosa e il piano illuminato.

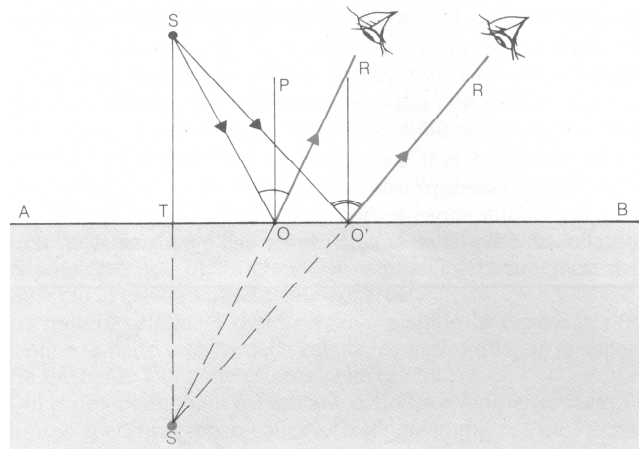
Gli specchi

La formazione dell'immagine negli specchi piani

Se ci osserviamo in uno specchio piano, vediamo riflesso in esso la nostra immagine come se fossimo dentro lo specchio. In che modo si forma la nostra immagine e a che distanza immaginaria dallo stesso specchio?

Consideriamo una sorgente di luce S posta a una certa distanza dalla superficie dello specchio piano. Questo darà un'immagine S' di S , ricavata nel modo seguente:

- tra gli infiniti raggi uscenti dalla sorgente ne consideriamo due che colpiscono lo specchio, i raggi SO e SO' ;
- di questi raggi incidenti costruiamo i raggi riflessi (secondo lo stesso angolo incidente);
- i loro prolungamenti all'interno dello specchio convergono nel punto S' , immagine di S .



lo stesso sarebbe avvenuto scegliendo il raggio incidente ST perpendicolare al piano dello specchio. S' è l'immagine virtuale.

La distanza virtuale dell'immagine dalla superficie dello specchio è uguale alla distanza tra la sorgente e lo specchio.

La formazione dell'immagine negli specchi sferici

Gli specchi piani danno un'immagine dell'oggetto – sorgente assolutamente identica, sia per forma che per dimensioni, all'aspetto che l'oggetto – sorgente mostra nella realtà.

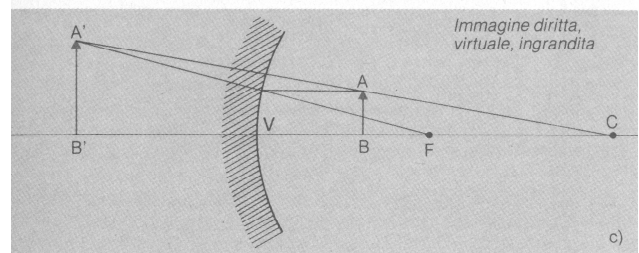
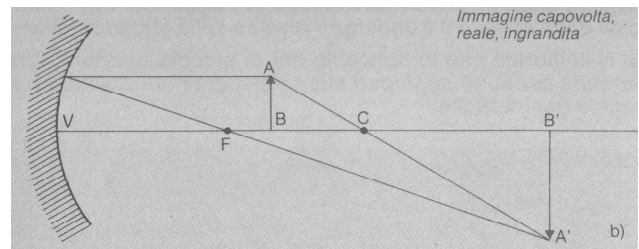
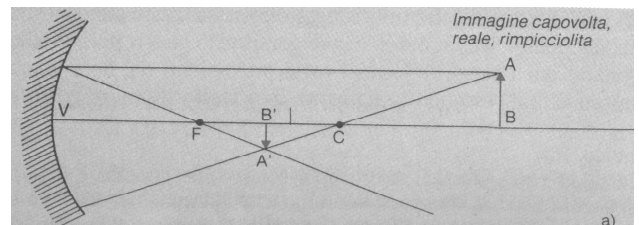
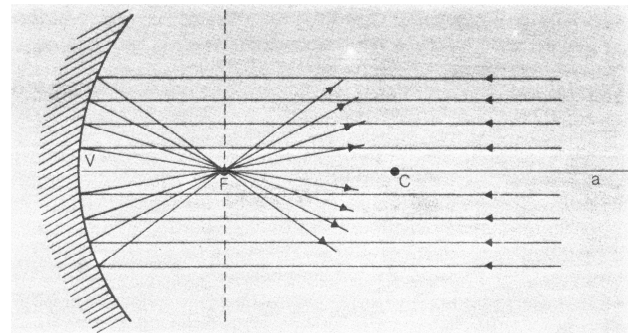
Uno **specchio** che non sia piano ma **sferico**, invece, dà luogo a immagini degli oggetti – sorgente deformate, ingrandite o rimpicciolite.

Uno specchio sferico è costituito da una *calotta sferica*, *concava* se la superficie riflettente è all'interno, *convessa* se è all'esterno della calotta stessa. In uno specchio sferico concavo si distinguono:

- il vertice V , cioè il vertice della calotta;
- il centro C , il centro della sfera a cui appartiene virtualmente la calotta;
- l'asse CV , detto asse ottico;
- il fuoco F , che è il punto dell'asse ottico in cui vanno a convergere tutti i raggi riflessi dei raggi incidenti sullo specchio parallelamente all'asse ottico.

Se la luce del Sole colpisce uno specchio sferico, la sua immagine si raccoglie nel fuoco in un punto così luminoso che avvicinando un foglio di carta questo può bruciare (es. lente di ingrandimento).

Se pongo una lampadina nel fuoco di uno specchio sferico, la sua immagine viene proiettata fuori dallo specchio amplificata (es. proiettore).



Le lenti

Uno specchio devia un raggio luminoso per riflessione, *una lente lo devia per rifrazione*.

Le **lenti** sono costituite di materiali rifrangenti, come il vetro, limitati da superfici generalmente sferiche. Esse forniscono l'immagine di un oggetto ingrandita o rimpicciolita, ma priva di deformazioni sensibili.

In linea generale si distinguono in **lenti convergenti** (il fascio di luce parallelo all'asse ottico converge nel fuoco) e **lenti divergenti** (i raggi incidenti sono fatti divergere).

Dal momento che la luce può attraversare la lente nei due sensi, anche i fuochi sono due, disposti simmetricamente rispetto alla lente e a uguale distanza da quest'ultima.

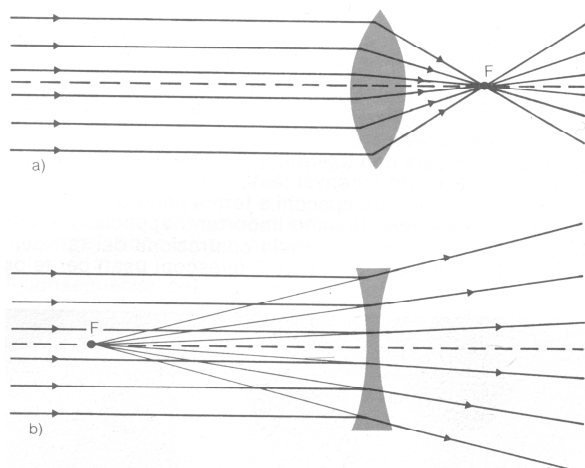
Si definisce **asse** di una lente la retta che congiunge i centri di curvatura delle due superfici curve che la compongono e **centro della lente** il punto dell'asse che ne divide a metà lo spessore.

Ogni lente ha come caratteristica di costruzione il cosiddetto potere diottrico, che è l'inverso della distanza focale. Se la distanza focale è espressa in metri, il potere diottrico si misura in diottrie (es. se una lente ha una distanza focale di 80 cm = 0,80 m, ha un potere diottrico pari a $1/0.80 = 1.25$ diottrie).

Secondo la posizione dell'oggetto rispetto alla lente convergente, quest'ultima dà un'immagine dell'oggetto *ingrandita* o *rimpicciolita*, *capovolta* o *dritta*, *reale* o *virtuale*.

Se p è la distanza dell'oggetto dalla lente e q la distanza virtuale dell'immagine dalla lente, la distanza focale f si ricaverà:

$$1/f = 1/p + 1/q$$



L'occhio

L'occhio umano è un sistema ottico composto di superfici riflettenti e rifrangenti, opportunamente combinate in modo da consentire la percezione degli oggetti.

È composto da due elementi principali: il *cristallino*, che funge da lente, e la *retina*, che funge da schermo sul quale si forma l'immagine.

L'occhio è racchiuso nella parte posteriore da una spessa membrana opaca, la *sclerotica*, e nella parte anteriore da un'altra membrana trasparente, la *cornea*. Oltre la cornea vi è l'*iride*, dotata al centro di un foro di apertura regolabile, la *pupilla*. Tra la cornea e l'iride si trova un liquido trasparente, l'*umore acqueo*.

Il cristallino è una lente, che può variare la sua curvatura e quindi la posizione del fuoco sotto lo stimolo del muscolo ciliare. Perché si abbia una visione nitida degli oggetti, occorre che l'immagine di questi ultimi si formi sulla retina. Ciò non sarebbe possibile nella maggior parte dei casi se il cristallino fosse rigido. A tale condizione infatti l'immagine degli oggetti si formerebbe sulla retina solo in un caso: quando gli oggetti si trovassero posti alla 'giusta' distanza

<p>Oggetto tra l'infinito e il doppio della distanza focale.</p>	<p>Immagine reale, capovolta e rimpicciolita, tra il fuoco e il doppio della distanza focale.</p>
<p>Oggetto al doppio della distanza focale.</p>	<p>Immagine reale, capovolta e grande come l'oggetto, al doppio della distanza focale.</p>
<p>Oggetto tra il doppio della distanza focale e il corrispondente fuoco.</p>	<p>Immagine reale, capovolta e ingrandita, oltre il doppio della distanza focale.</p>
<p>Oggetto nel fuoco.</p>	<p>Immagine reale, capovolta e ingrandita al massimo, all'infinito.</p>
<p>Oggetto tra il fuoco e la lente.</p>	<p>Immagine virtuale, dritta e ingrandita, dalla stessa parte dell'oggetto.</p>

dall'occhio.

Quando l'occhio è in stato di 'riposo' (muscoli ciliari inattivi), il cristallino ha la minima curvatura. In tale condizione, si dice che l'occhio è accomodato all'infinito. Ciò spiega la sensazione di benessere che si ha guardando orizzonti lontani o ampie distese. Viceversa, la contrazione massima del cristallino può consentire la visione di un oggetto a una distanza minima di 15 cm. Il muscolo ciliare deve compiere uno sforzo notevole.

I difetti dell'occhio e le sue proprietà

La miopia, l'ipermetropia, la presbiopia o l'astigmatismo sono vizi di rifrazione dovuti a deformazioni del globo oculare, che colpiscono gli occhi di molte persone.

I miopi vedono meglio gli oggetti vicini piuttosto che quelli lontani (l'immagine si forma davanti alla retina); i presbinti (tipicamente le persone anziane) vedono meglio gli oggetti lontani ma non i vicini (l'immagine si forma dietro alla retina); gli astigmatici vedono curve le linee rette e dilatate le sorgenti puntiformi.

Un'immagine rimane impressa sulla retina per 1/30 di secondo; un impulso che giunga a tempi inferiori all'occhio darebbe l'impressione della visione di un'immagine continua: tale fenomeno, chiamato **persistenza delle immagini sulla retina**, è alla base del funzionamento del cinematografo.

Gli strumenti ottici

Qualsiasi strumento ottico si compone essenzialmente di due elementi: l'obiettivo e l'oculare.

L'obiettivo è un sistema ottico a una o più lenti, destinato a fornire l'immagine di un oggetto.

L'oculare è un sistema ottico a una o più lenti, destinato a permettere l'osservazione dell'immagine fornita dall'obiettivo.

*Gli strumenti ottici si distinguono in **semplici** e **composti**, se costituiti da uno solo o tutti e due tra obiettivo e oculare.*

La lente d'ingrandimento: è costituita da una lente convergente, destinata a fornire un'immagine dritta e ingrandita dell'oggetto.

La macchina fotografica: è composta da una scatola (camera oscura), dotata di un obiettivo, e una lastra o pellicola sensibili alla luce. L'obiettivo, formato da una serie di lenti, comprende il diaframma (che limita il fascio di luce entrante) e l'otturatore (uno schermo nero apribile per un brevissimo intervallo di tempo regolabile).

Il microscopio: è composta da due lenti convergenti; la prima (l'obiettivo)ingrandisce una prima volta l'oggetto, la seconda (l'oculare) ingrandisce ulteriormente l'immagine sull'obiettivo.

Il cannocchiale: ha lo stesso funzionamento del microscopio, ma fornisce un'immagine ingrandita dell'oggetto osservato. I cannocchiale terrestri forniscono un'immagine dritta dell'oggetto; i cannocchiali astronomici la forniscono capovolta.