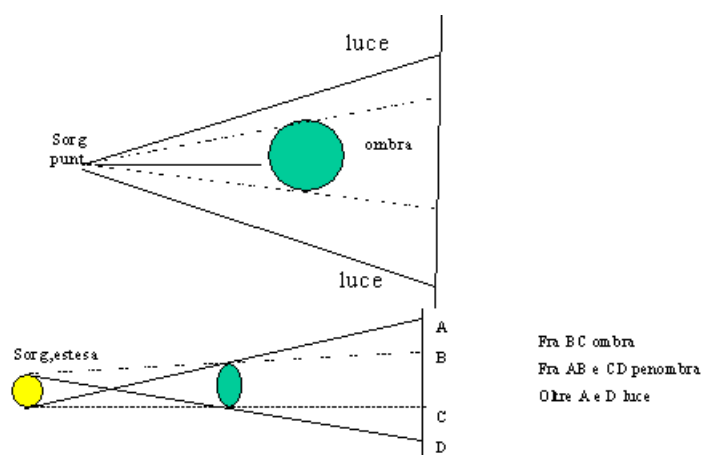


## OTTICA [TORNA ALL'INDICE](#)

La luce è energia che si propaga in linea retta da un corpo, sorgente, in tutto lo spazio ad esso circostante. Le direzioni di propagazione sono dei raggi che partono dal corpo sorgente e vanno in ogni direzione e verso. Quando l'occhio si trova lungo una di queste direzioni, l'energia lo colpisce e ci dà la sensazione luminosa. Se lungo il percorso della luce si trova un corpo, l'energia luminosa può attraversarlo senza essere assorbita e il corpo si dirà trasparente (vetro, aria etc..). Se invece il corpo la assorbe esso sarà opaco. Se il corpo diffonde l'energia, che lo colpisce, in ogni direzione e verso, il nostro occhio sarà colpito da questi raggi diffusi noi vedremo il corpo. Se il corpo da cui parte l'energia luminosa è puntiforme la sorgente è detta puntiforme. Una sorgente estesa può essere immaginata come un insieme di più sorgenti puntiformi.

Le ombre che si formano al di là dei corpi opachi è una conseguenza diretta della propagazione rettilinea. Si consideri una sorgente puntiforme S. Da essa si tracciano delle linee (raggi) tangenti al corpo opaco. In tal modo si formerà un cono che ha come vertice la sorgente e come superficie laterali delle superficie formate da linee che partono dalla sorgente e sono tangenti all'ostacolo. La zona all'interno del cono al di là dell'ostacolo è una zona d'ombra, non riceve alcuna energia luminosa proveniente dalla sorgente, mentre nella zona esterna c'è piena luce.



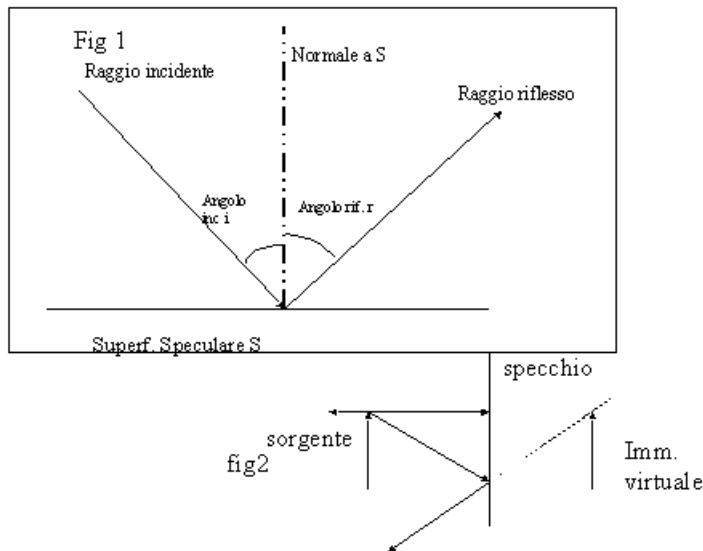
Se la sorgente è estesa, i punti di cui essa è costituita saranno delle sorgenti puntiformi, ognuna delle quali genera il suo cono d'ombra. Lo spazio dietro l'ostacolo è perciò diviso in una zona che appartiene ai coni d'ombra di tutte le sorgenti puntiformi e in cui vi sarà ombra, una zona che appartiene ai coni d'ombra di alcuni punti sorgenti e in cui vi sarà penombra e in una zona esterna che non appartiene a nessun cono d'ombra e in cui vi sarà luce. Al fenomeno dei coni d'ombra sono dovuti le eclissi di sole e di luna. La prima si ha quando la luna si interpone fra il sole e la terra, la seconda quando la terra si interpone fra sole e luna.



Il fenomeno della propagazione rettilinea è compatibile sia con l'ipotesi ondulatoria che con l'ipotesi corpuscolare della luce. Infatti l'energia può essere trasportata sia da un fascio di particelle sia da un'onda e in entrambi i casi la propagazione può essere rettilinea. Infatti se gli ostacoli sono grandi rispetto alla lunghezza d'onda dell'onda il fenomeno della diffrazione non è visibile e i punti interni al cono d'ombra non sono raggiunti dall'onda e quindi dall'energia da essa trasportata.

## RIFLESSIONE.

Se durante il suo percorso il raggio luminoso incontra uno specchio (una superficie riflettente), esso torna indietro e sembra provenire da dietro lo specchio)



Il fenomeno avviene in modo che:

- 1) Il raggio incidente, il raggio riflesso e la normale allo specchio nel punto di incidenza appartengono allo stesso piano;
- 2) L'angolo di incidenza (angolo formato dal raggio incidente con la perpendicolare allo specchio) sia sempre uguale all'angolo di riflessione (angolo formato dal raggio riflesso con la perpendicolare allo specchio).

Se l'incidenza è perpendicolare ( $i=0$ ) il raggio riflesso ritorna sul raggio incidente (anche  $r=0$ ).

Se la superficie riflettente è scabrosa, non liscia, la riflessione avverrà in ogni direzione e verso e si parlerà più propriamente di diffusione della luce, che è il fenomeno attraverso il quale riusciamo a vedere i corpi oscuri colpiti dai raggi luminosi.

Specchi piani.

Per costruire graficamente l'immagine che si ottiene per riflessione da uno specchio piano, si considera la riflessione di due raggi provenienti da un punto della sorgente e si vede dove essi si incontrano. Tale punto è il punto immagine del relativo punto sorgente.

I raggi riflessi sembrano provenire dal punto P' dietro lo specchio che è l'immagine virtuale del punto P e si trova ad eguale distanza dallo specchio.

### Specchi sferici concavi.

La superficie speculare è una porzione di sfera (calotta sferica) e il raggio incide dalla parte concava. I raggi che incidono parallelamente all'asse ottico, vengono riflessi in unico punto, chiamato fuoco dello specchio.

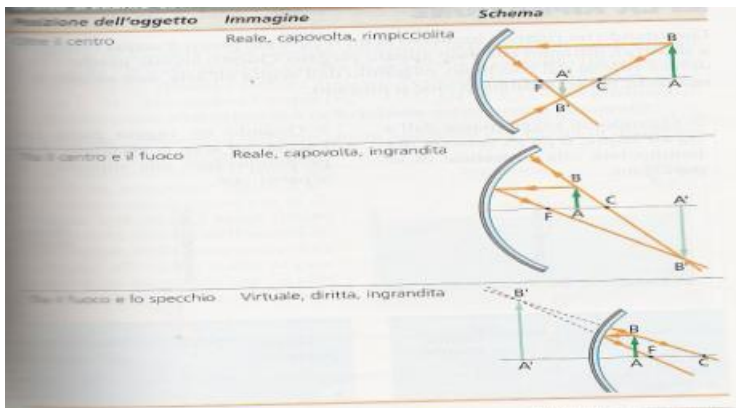


Uno specchio sferico ha le seguenti caratteristiche:

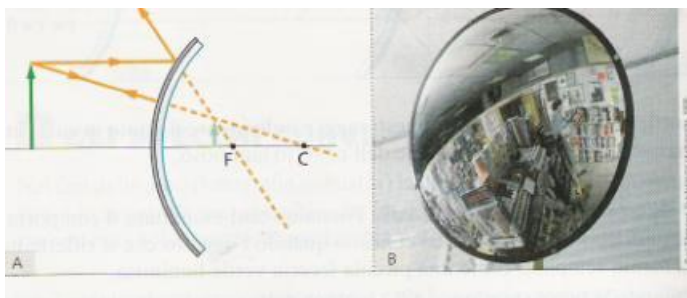
- raggio: è il raggio della sfera di cui esso è una parte.
- Asse ottico: è la perpendicolare che passa per il centro e per il vertice.
- Distanza focale: è la distanza fra il fuoco e il vertice.



Per la costruzione grafica dell'immagine di una certa sorgente si considerano due raggi uscenti da un punto della sorgente e di cui si conosce la direzione della riflessione e si vede dove i raggi riflessi si incontrano. I due raggi, in genere presi in considerazione, sono uno parallelo all'asse ottico il cui raggio riflesso passa per il fuoco e uno passante per il centro (questi è perpendicolare alla superficie sferica e viene riflesso su sé stesso).



Gli specchi sferici convessi hanno il fuoco dalla parte opposta a quella da cui provengono i raggi incidenti. In essi i raggi paralleli all'asse ottico divergono e sembrano provenire dal fuoco.

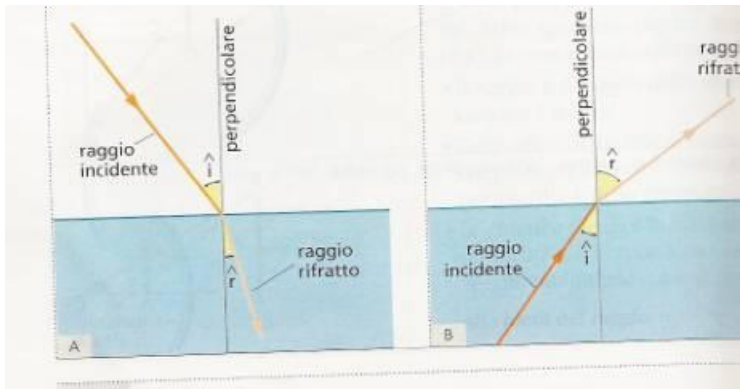


La riflessione è compatibile sia con l'ipotesi corpuscolare che con l'ipotesi ondulatoria, in quanto sia le onde che le particelle quando incontrano un ostacolo tornano indietro in modo da rispettare le leggi della riflessione dei raggi luminosi.

## RIFRAZIONE.

Quando un raggio luminoso nel suo percorso passa da un mezzo

ad un altro, proseguendo nel nuovo mezzo subisce una deviazione nella sua direzione di propagazione. Se il secondo mezzo è più denso del primo (aria-acqua o aria-vetro) il raggio rifratto, cioè il raggio che prosegue nel secondo mezzo, si avvicina alla normale alla superficie di separazione. Nel passaggio inverso il raggio rifratto si allontana dalla normale.

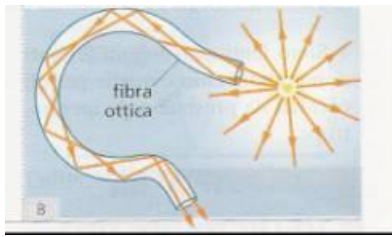


All'aumentare dell'angolo d'incidenza aumenterà anche l'angolo di rifrazione in modo che il rapporto fra il seno dell'angolo d'incidenza e il seno dell'angolo di rifrazione resti costante. Questa costante dipende dalle sostanze fra cui avviene la rifrazione e si chiama indice di rifrazione. Se il passaggio avviene fra vuoto e mezzo il rapporto ci dà l'indice di rifrazione assoluto della sostanza, che coincide con l'indice di rifrazione relativo al passaggio aria sostanza, in quanto l'indice di rifrazione dell'aria è 1. Nel passaggio sostanza aria l'angolo di rifrazione è maggiore dell'angolo di incidenza. Quando l'angolo di rifrazione è di  $90^\circ$  il relativo angolo di incidenza prende il nome di angolo limite, in quanto per angoli di incidenza superiore ad esso manca del tutto il raggio nel secondo mezzo e si ha riflessione totale. Il valore dell'angolo limite dipende dall'indice di rifrazione della sostanza.

Se  $n$  è l'indice di rifrazione assoluta della sostanza  $1/n$  è l'indice di rifrazione relativo al passaggio sostanza aria. Per  $i=1, r=90^\circ$

$\text{Sen}(i)/\text{sen}(90^\circ) = 1/n$ , ma  $\text{sen}(90^\circ)=1$ ,  $\text{sen}(1)=1/n$ . Per avere un angolo limite piccolo deve essere  $n$  grande. Le sostanze che hanno un elevato indice di rifrazione e quindi un angolo limite molto piccolo costituiscono le fibre ottiche. Se in una tale fibra entra un fascio di raggi di luce da una sua estremità, siccome i raggi incontreranno le superficie laterali con un angolo di incidenza sempre inferiore all'angolo limite si avrà sempre riflessione totale e l'energia luminosa uscirà quasi per intera all'altra estremità,

qualsiasi sia la forma contorta che assume la fibra. Tali fibre sono molte usate in medicina per gli esami endoscopici.



La rifrazione è compatibile con l'ipotesi ondulatoria. Le onde infatti si rifrangono perché, passando da un mezzo all'altro, cambia la velocità di propagazione. Se la velocità nel mezzo più denso è minore della velocità nel mezzo meno denso la direzione di propagazione si avvicina alla normale e l'indice di rifrazione è proprio eguale al rapporto fra la velocità nel primo mezzo e la velocità nel secondo.

La rifrazione è compatibile anche con l'ipotesi corpuscolare, in quanto anche un fascio di particelle passando da un mezzo all'altro subisce una deviazione nella sua direzione di propagazione in quanto la componente della velocità perpendicolare alla superficie di separazione subisce un cambiamento. Per ammettere però un avvicinamento della direzione di propagazione alla normale nel mezzo più denso la velocità in tale mezzo dovrebbe essere maggiore della velocità nel mezzo meno denso.

È difficile però per la luce misurare la variazione di velocità nel passaggio da un mezzo all'altro, data l'elevata intensità di tale valore (300000 Km/s).

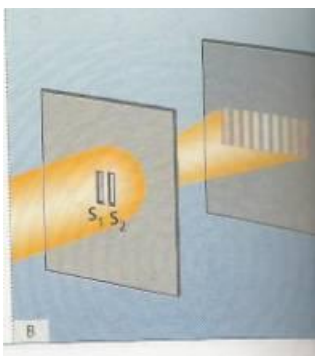
## INTERFERENZA DELLA LUCE.

La disputa fra sostenitori dell'ipotesi corpuscolare e quelli dell'ipotesi ondulatoria, all'inizio del 1800 sembrò volgere a favore di questi ultimi, quando Young ideò un esperimento che mise in luce il fatto che due sorgenti luminose interferiscono.

L'interferenza infatti è un fenomeno tipico della propagazione ondulatoria. Esso però è visibile quando le sorgenti sono coerenti (sempre in fase o con una differenza di fase costante) e quando la distanza fra le sorgenti è dello stesso ordine di grandezza della lunghezza d'onda delle onde che interferiscono. Normalmente perciò due sorgenti luminose non interferiscono perché in genere sono incoerenti e la distanza fra di esse non è paragonabile alla lunghezza d'onda della luce.

Young con un'unica sorgente creò due sorgenti, sicuramente in fase fra di loro, e a piccolissima distanza.

Egli praticò su uno schermo due strette fenditure, a distanza piccolissima, illuminata da un'unica sorgente. Le due fenditure diventano al di là dello schermo due sorgenti coerenti. Se le fenditure sono entrambe aperte, sullo schermo, posto dietro le fenditure, compaiono frange luminose intervallate da frange oscure se la sorgente è monocromatica. Nei punti dello schermo per i quali  $d_2 - d_1 = n\lambda$  si hanno frange luminose (interferenza costruttiva) nei punti per i quali  $d_2 - d_1 = (2n+1)\lambda/2$  frange oscure (interferenza distruttiva).



Se la sorgente è di luce bianca, la frangia centrale, punti che si trovano ad eguale distanza dalle fenditure, è bianca. Ai lati si hanno sette frange diversamente colorate dal violetto al rosso e così di seguito. I punti che hanno eguale distanza dalle fenditure hanno interferenza costruttiva per tutte le lunghezze d'onde  $d_2 - d_1 = 0$ . I punti successivi di interferenza costruttiva dipendono dalla

lunghezza d'onda. Se i colori hanno diversa lunghezza d'onda, i punti di interferenza costruttiva cambiano al cambiare del colore. Siccome la prima frangia dopo quella bianca è il violetto tale colore ha una lunghezza d'onda minore di quella degli altri, il rosso che è l'ultima, lunghezza d'onda maggiore. Siccome  $f=c/\lambda$  il rosso è l'onda visibile con frequenza minore e il violetto quella con frequenza maggiore.