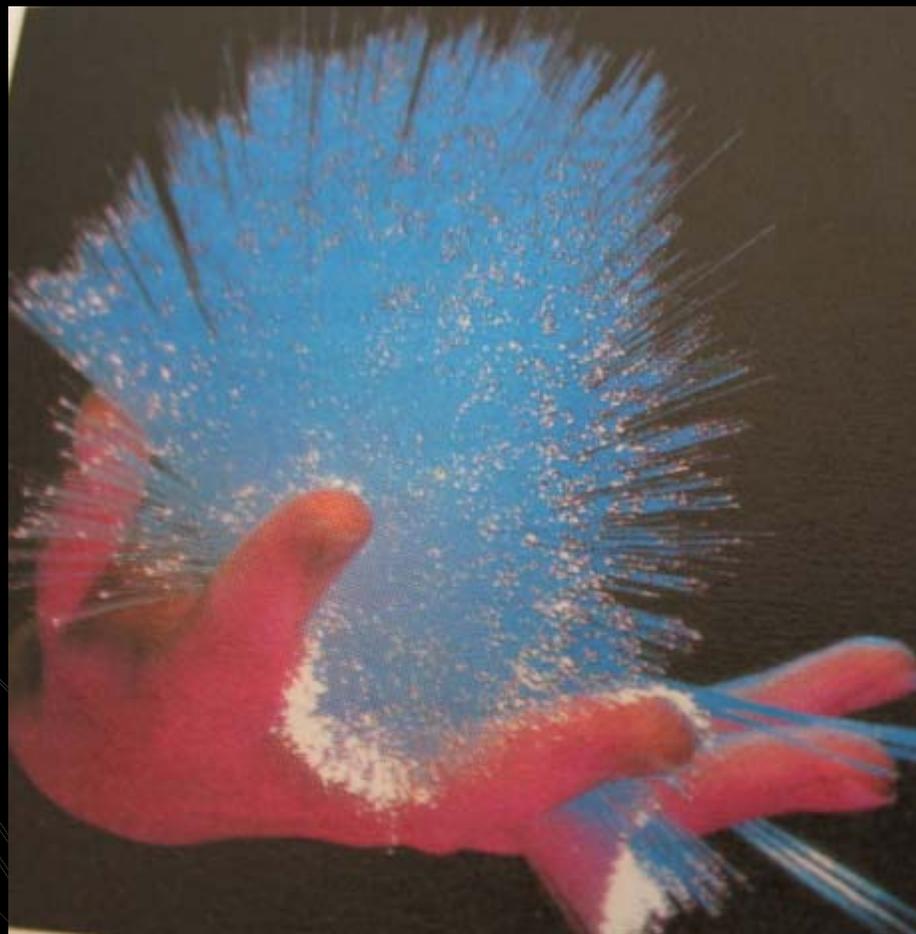


La luce e le sue illusioni ottiche

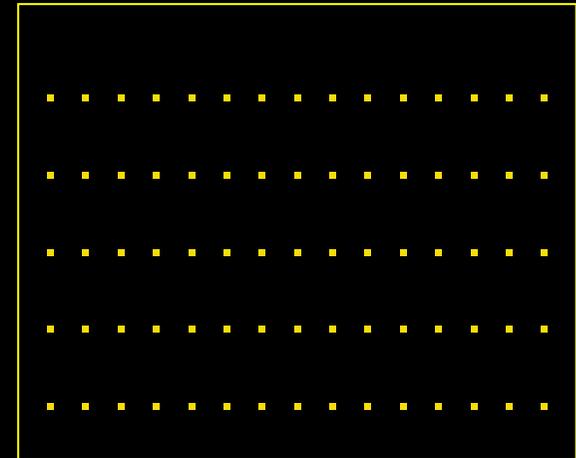


28/05/2009

Cosa si intende per raggio luminoso?

Immagina di osservare ad una distanza abbastanza elevata una sorgente di luce... il fronte d'onda potrà esser approssimato ad un'onda piana

ONDA PIANA: raggi perpendicolari al fronte d'onda e paralleli tra loro



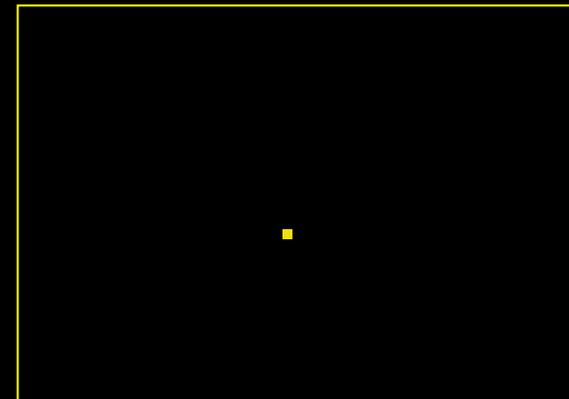
Poniamo uno schermo con un forellino davanti all'onda piana

⇒ isoliamo un sottile fascio di luce



“RAGGIO LUMINOSO”

È uno dei raggi perpendicolari al fronte d'onda



Con l'approssimazione dei raggi luminosi

Descrizione dei fenomeni
luminosi
quali
la riflessione e la rifrazione

Descrizione dei fenomeni
ottici:
OTTICA GEOMETRICA

Riflessione della luce

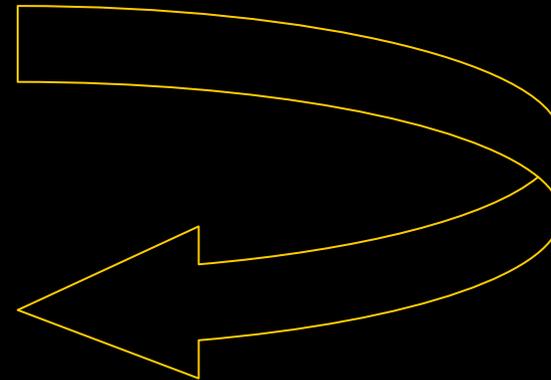
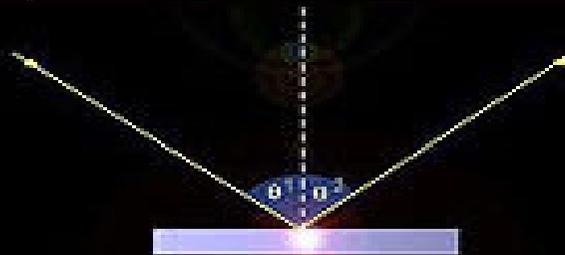
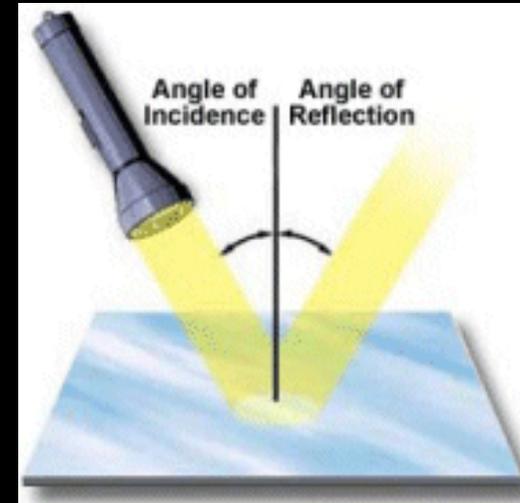
Esp. Qualitativo

Materiale: torcia elettrica a fascio sottile e specchio

Si fa incidere il fascio luminoso sulla superficie riflettente. Seguendo il percorso del raggio luminoso, si vede che dopo aver colpito lo specchio, il raggio rimbalza nella direzione opposta a quella di provenienza (come una palla lanciata contro un muro o una pallina da biliardo)

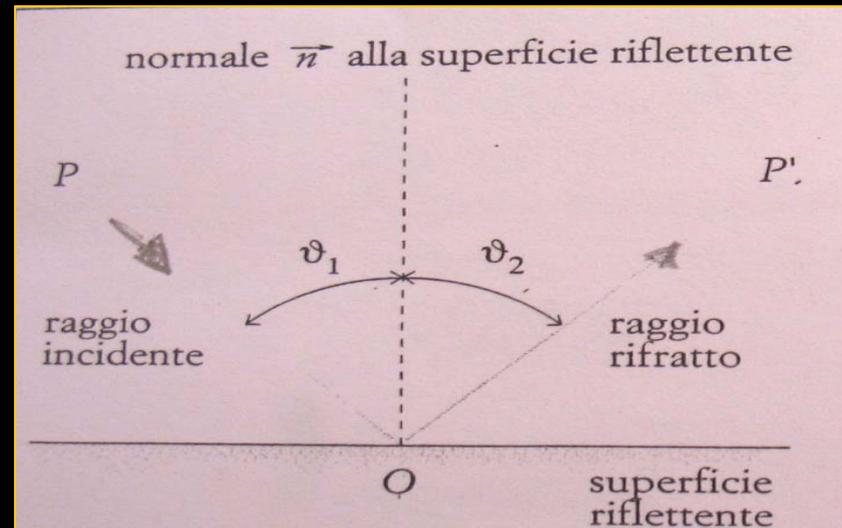
COSA NE DEDUCETE?

Se ne deduce che la luce incidente viene riflessa secondo lo schema



Le leggi della riflessione

Dall'osservazione dell'esperimento e dalla sua schematizzazione seguono due leggi sulla riflessione (fig. 1)



I legge

Il raggio riflesso giace nello stesso piano del raggio incidente e della normale alla superficie riflettente nel punto di incidenza

II legge

L'angolo di incidenza e l'angolo di riflessione sono uguali

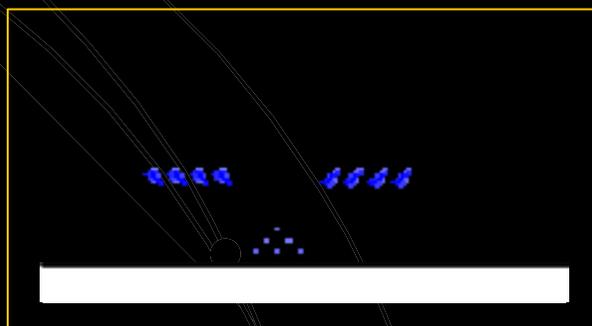
$$\theta_1 = \theta_2$$

Riflessione su superfici lisce e scabre

Gli oggetti riflettono la luce proveniente da qualche sorgente luminosa

Se la superficie su cui incidono i raggi luminosi è liscia, i raggi riflessi sono paralleli:

RIFLESSIONE SPECULARE



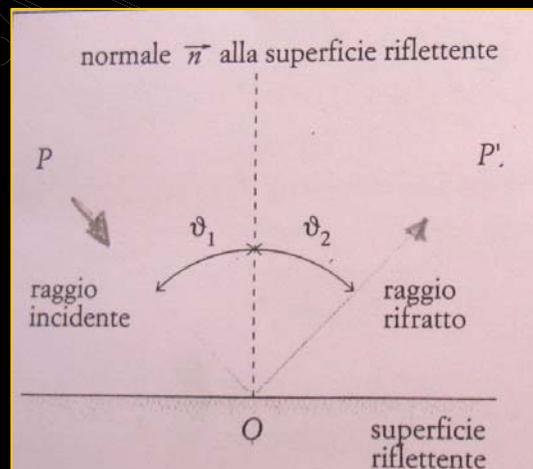
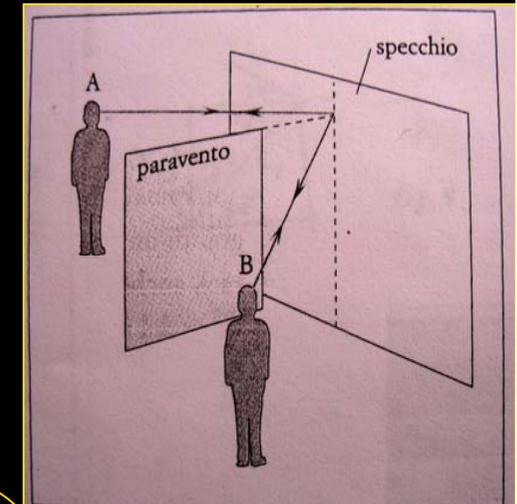
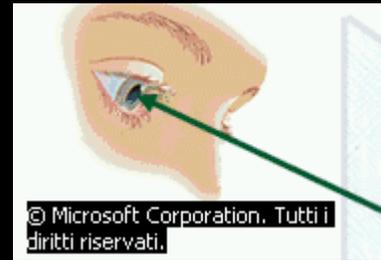
Se la superficie riflettente presenta rugosità, i raggi sono riflessi in tutte le direzioni:

RIFLESSIONE DIFFUSA



Conseguenza: *PRINCIPIO DI INVERTIBILITA' DEL CAMMINO DEI RAGGI LUMINOSI*

Due persone A e B si trovano di fronte ad uno specchio e sono separate da uno schermo.
Sperimentalmente si vede che
A vede riflessi sullo specchio gli occhi di B
B vede riflessi quelli di A



Se si inverte il verso del raggio luminoso, la luce percorre all'inverso lo stesso cammino (se facciamo partire il raggio da P', invertendo il cammino, la luce arriverà in P)

Rifrazione della luce

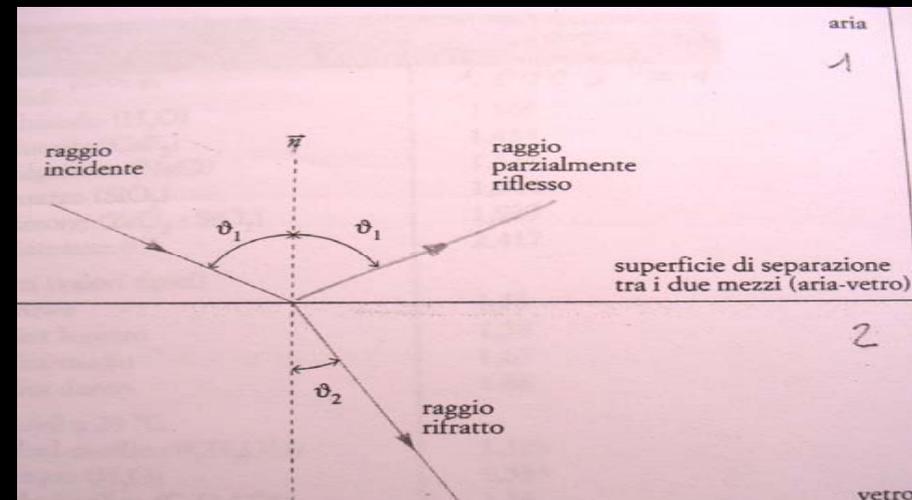
Esp. Qualitativo

Materiale: torcia elettrica a fascio sottile e contenitore d'acqua

Si fa incidere il fascio luminoso sulla superficie. Seguendo il percorso del raggio luminoso, si vede che quando il raggio di luce passa da un mezzo meno denso (l'aria) a uno più denso (l'acqua) la sua direzione di propagazione cambia in maniera brusca .

COSA NE DEDUCETE?

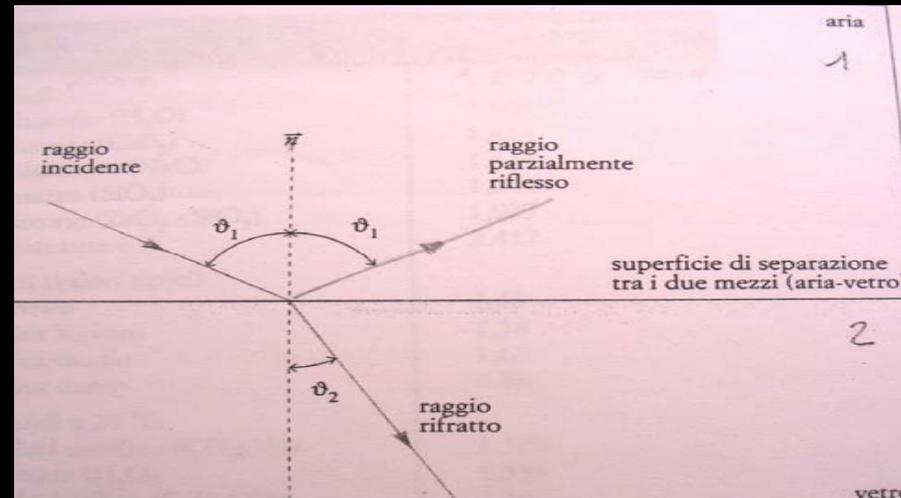
Se ne deduce che la luce incidente viene rifratta secondo lo schema



28/05/2009

Le leggi della rifrazione

Dall'osservazione dell'esperimento e dalla sua schematizzazione seguono due leggi sulla rifrazione



I legge

Il raggio incidente, rifratto e la normale alla superficie di rifrangenza nel punto di incidenza giacciono nello stesso piano.

II legge

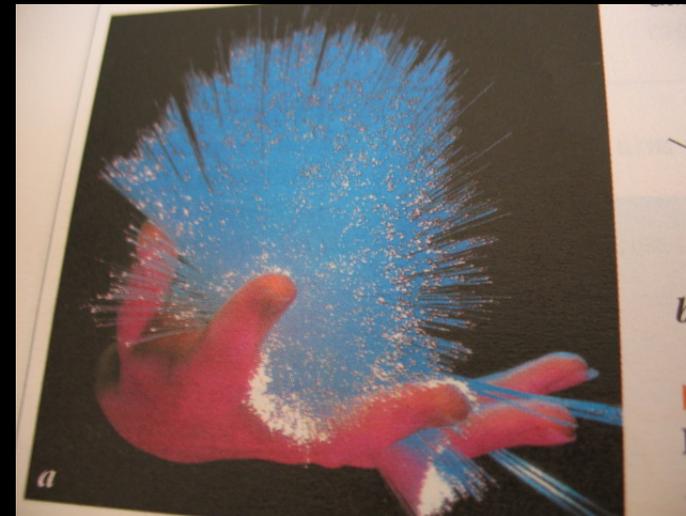
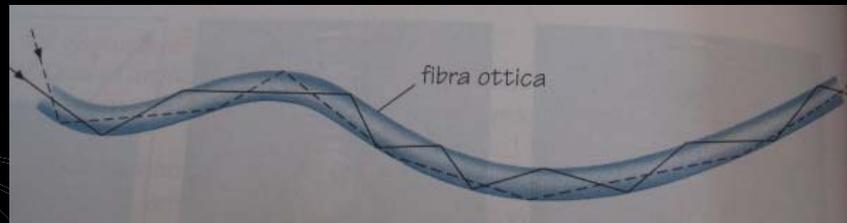
L'angolo di incidenza e l'angolo di rifrazione sono legati dalla seguente:

Le illusioni ottiche della rifrazione



28/05/2009

Applicazioni della riflessione totale



28/05/2009

Dispersione della luce

NOTA STORICA:

Le popolazioni antiche sapevano bene che i gioielli sono in grado di produrre colori brillanti quando la luce del Sole li colpisce, ma avevano un'idea erronea sull'origine dei colori: ritenevano che i colori fossero parte dell'oggetto stesso.

EVIDENZA SCIENTIFICA:

Newton dimostrò che i colori sono presenti nella stessa luce solare e non provengono dai materiali utilizzando un prisma.

Quando la luce bianca attraversa il prisma viene rifratta e separata in uno spettro di colori che varia dal rosso al violetto



DISPERSIONE
DELLA LUCE



- Newton dimostrò che la luce bianca è una combinazione di tutti i colori e che il prisma semplicemente li separa:
infatti facendo passare il fascio scomposto da un prisma attraverso un altro prisma ottenne di nuovo luce bianca

Il fenomeno è dovuto al fenomeno della rifrazione :la luce cambia direzione quando attraversa il prisma.

La dispersione è legata al fatto che nel vetro i colori hanno indici di rifrazione leggermente diversi.

Ad esempio la componente violetta è rifratta più del rosso e dunque ha un indice di rifrazione maggiore.

Troviamo un legame tra le lunghezze d'onda delle radiazioni e i corrispondenti indici di rifrazione.

Ricorda:

$v = \lambda \nu$ (velocità di propagazione, lunghezza d'onda e frequenza)
-velocità di un'onda qualsiasi cambia passando da un mezzo di propagazione
e ad un altro

La luce è un'onda elettromagnetica, allora vale $v = \lambda \nu$
Se cambia v cambierà λ o ν o entrambe

La frequenza è proprietà intrinseca della radiazione,
è legata alla sorgente quindi non dipende dal mezzo
in cui si propaga

**QUANDO VARIA LA VELOCITA' DEVE
CAMBIARE LA LUNGHEZZA D' ONDA**

Ricorda:

$n = c/v$ indice di rifrazione assoluto

λ_0 : lunghezza d'onda di una radiazione monocromatica nel vuoto

λ : lunghezza d'onda della radiazione monocromatica nel mezzo

$$\Rightarrow c = \lambda_0 \nu \quad v = \lambda \nu$$

Sostituendo in $n = c/v$ si ha

$$n = \lambda_0 / \lambda$$

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$$

Nota la lunghezza d'onda di una radiazione qualsiasi, nel vuoto e l'indice di rifrazione è possibile conoscere la lunghezza d'onda di una radiazione che si propaga in una sostanza qualsiasi

Perché si vede l'arcobaleno?

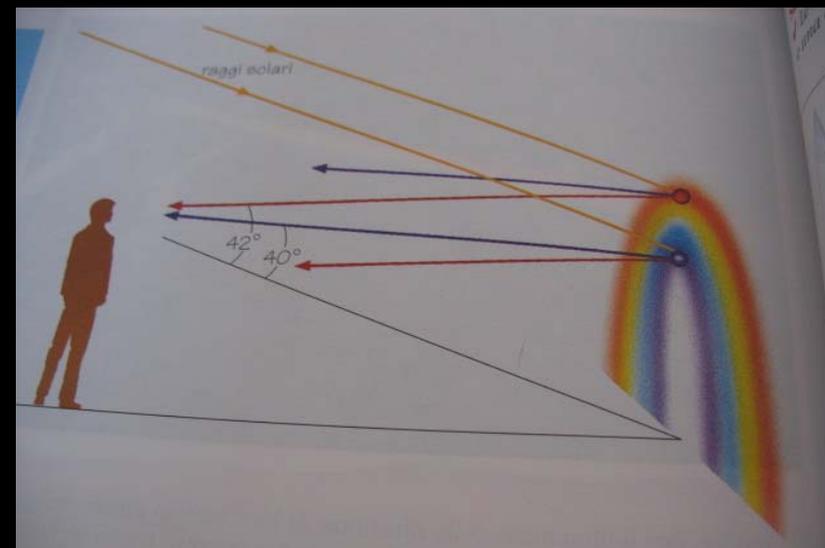
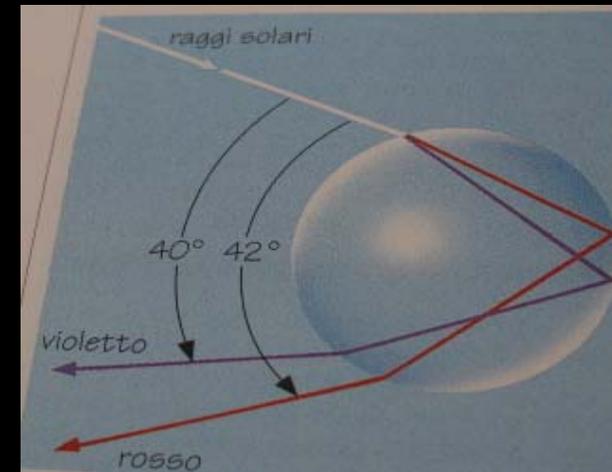
Alla dispersione della luce è dovuta anche la formazione degli arcobaleni.

Dopo un temporale, quando pur essendo ritornato il Sole, ancora molte goccioline d'acqua sono sospese in aria.

Ogni gocciolina si comporta come un prisma a dispersione, poiché scomponendo la luce bianca, proietta nella parte opposta a dove vediamo il Sole, i 7 colori dell'iride, regalandoci la splendida visione.

Il raggio che entra nella gocciolina, viene separato nelle componenti colorate: pensiamo ai cammini dei raggi compresi tra il violetto e il rosso, ogni gocciolina disperde tutti i colori.

I nostri occhi trovandosi in una posizione precisa, possono catturare solo un colore proveniente da una specifica gocciolina.



Come fanno gli specchi e lenti
a formare le immagini?

28/05/2009



SPECCHI PIANI

(superficie piana in grado di riflettere)

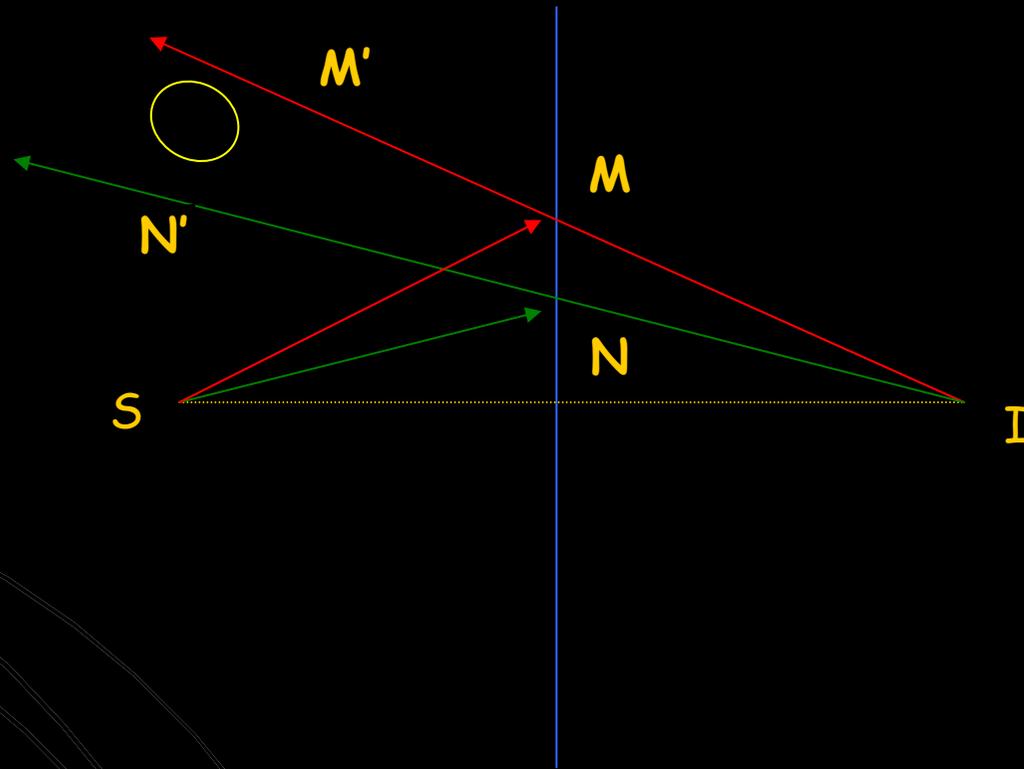
Consideriamo ancora la luce come formata da raggi luminosi che obbediscono alle leggi della riflessione e della rifrazione.

<<Perché, mettendoci davanti a un comune specchio vediamo la nostra immagine come se fosse "dietro" lo specchio e la vediamo a grandezza naturale?>>

Bastano le leggi della riflessione

1° SORGENTE LUMINOSA PUNTIFORME S

L'immagine di S, che chiamiamo I, è come se fosse dietro lo specchio alla stessa distanza di S. Dati 2 raggi tra quelli emessi da S MM' e NN' . Si vede che questi divergono (non si incontrano) ma i loro prolungamenti si incontrano in I, simmetrico di S rispetto al piano dello specchio. Insomma qualunque altro raggio proveniente da S viene riflesso in modo tale che il suo prolungamento passi per I. Il punto I è detta immagine virtuale, perché la luce non passa da I, sembra provenire da quel punto.



28/05/2009

2° SORGENTE LUMINOSA ESTESA

Questa volta basta ripetere il ragionamento per ogni punto dell'oggetto
Uno specchio piano fornisce di ogni oggetto, un'immagine virtuale delle
stesse dimensioni dell'oggetto posto davanti allo specchio.

L'immagine data non è del tutto identica perché scambia la destra con la
sinistra

SPECCHI SFERICI

Esistono superfici riflettenti (specchi) non piane ma curve. Pensa alle palle di natale e agli specchi che trovate per strada agli incroci...

Gli specchi al Luna Park sono ancora più interessanti per le deformazioni in grado di produrre.

2 tipologie di specchi curvi (non piani o sferici)

SPECCHI
CONCAVI

Hanno la superficie riflettente all'interno di una superficie curva. In genere utilizzati per effettuare ingrandimenti (usati per il volto)

SPECCHI
CONVESSI

Hanno la superficie riflettente all'esterno di una superficie curva. Producono un'immagine più piccola ma con un campo di vista allargato (specchi agli incroci stradali)

Geometria degli specchi

Specchio sferico concavo

Asse ottico: linea che passa per il centro della sfera (C) e per il punto centrale dello specchio (M)

Punto focale o fuoco: i raggi paralleli all'asse ottico vengono riflessi indietro e passano tutti per un punto comune detto fuoco, per poi divergere; F si trova a metà tra il centro e il punto centrale dello specchio

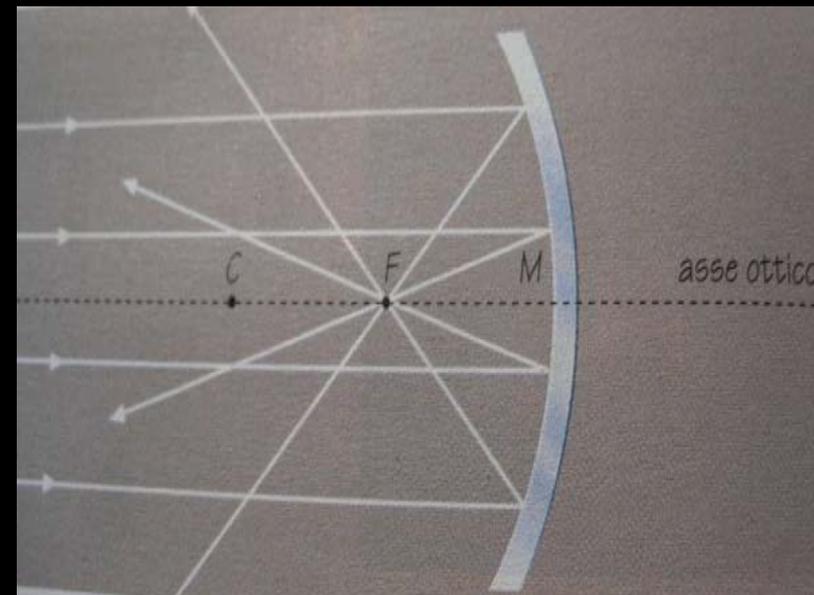
Distanza o lunghezza focale: è la distanza FM

Detto r il raggio della sfera

$$FM = r/2$$

Un raggio che esce dal fuoco e incide sullo specchio emerge come raggio parallelo all'asse ottico

Così funzionano fari delle automobili: la lampadina è posta vicino al punto focale di uno specchio concavo, così da produrre un fascio quasi parallelo



Specchio sferico convesso

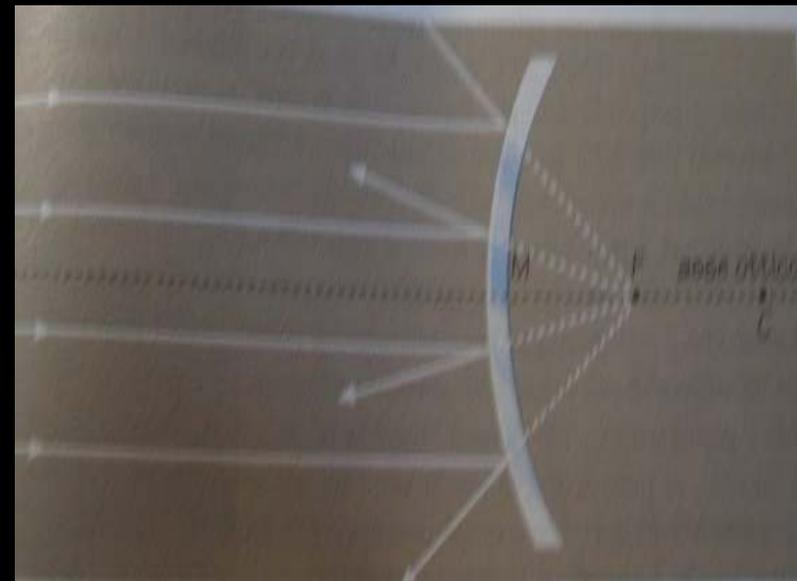
Asse ottico: passa per C, F, M ma il punto focale e il centro della sfera giacciono nella parte posteriore dello specchio

Detto r il raggio della sfera

$$FM = r/2$$

Un raggio che esce dal fuoco e incide sullo specchio emerge come raggio parallelo all'asse ottico

Utilizzati per produrre immagini più piccole dell'oggetto originale



Immagini reali e virtuali di uno specchio concavo

Uno specchio può produrre due tipi di immagini a seconda della distanza dallo specchio a cui si trova l'oggetto. Camminiamo verso uno specchio concavo

Immagini reali

Camminando verso uno specchio molto grande: se siamo distanti vediamo un'immagine del nostro volto capovolta e ridotta; è formata dalla luce del nostro volto, riflessa nello specchio, che converge a formare un'immagine davanti allo specchio.

Tale immagine è detta *reale* perché i raggi riflessi convergono direttamente a formare l'immagine

Immagini virtuali

Man mano che ci avviciniamo al centro C , il volto aumenta di dimensioni e si sposta verso noi; oltrepassato il centro, si sposta dietro di noi e infine quando il nostro volto è più vicino del fuoco allo specchio, l'immagine risulta come in uno specchio piano ma risulta ingrandita.

Come per questi ultimi i raggi riflessi divergono dopo la riflessione, così che l'immagine è localizzata dietro lo specchio; i raggi *sembrano* provenire da dietro, ma di fatto così non è ecco perché si parla di immagine virtuale.