

LA RIFLESSIONE TOTALE

**Un materiale trasparente può riflettere la luce meglio di uno specchio.
Tutto ciò che devi fare è osservarlo dall'angolatura giusta quando la
luce passa dal mezzo più denso a quello meno denso**

INTRODUZIONE

Un proiettore su una lavagna magnetica provoca un raggio di luce che incide su un oggetto in plexiglass (o vetro) e poi emerge nell'aria.

Per alcune angolazioni del raggio incidente coesistono sia il raggio riflesso che quello rifratto. Quando l'angolo del raggio incidente raggiunge un determinato valore (detto angolo limite) il raggio rifratto si trova sulla superficie di separazione plexiglass (vetro) -aria. Superato questo angolo limite scompare il raggio rifratto e il raggio riflesso compare più luminoso. La superficie del plexiglass (vetro) si comporta come uno specchio.

Il fenomeno descritto si chiama RIFLESSIONE TOTALE

MATERIALI

- Una lavagna magnetica e un proiettore alogeno o laser dotato di un magnete, predisposto per proiettare fasci singoli o multipli.
- Un oggetto di plexiglass a forma di semicerchio
- Un goniometro per misurare gli angoli

MONTAGGIO

Applica vicino al bordo della lavagna il proiettore (sorgente luminosa), in modo che da esso emerga un solo raggio.

Posiziona sulla lavagna anche il semicerchio in plexiglass, appoggiato sul foglio che riproduce il goniometro. Fai incidere su di esso dalla parte della superficie curva il raggio luminoso. In questo modo la luce passa dal plexiglass all'aria

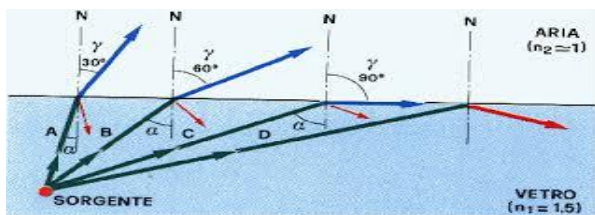
COSA FARE e COSA NOTARE

- Inizialmente osserva
 - il raggio incidente e l'angolo che esso forma con la perpendicolare alla superficie di incidenza
 - la formazione di un raggio emergente dal plexiglass (raggio rifratto) con un angolo maggiore dell'angolo incidente
 - la presenza anche di un debole raggio riflesso dalla stessa parte del raggio incidente
- Aumenta lentamente e progressivamente l'inclinazione del raggio incidente. Osserva le conseguenti posizioni del raggio rifratto che emerge nell'aria.

Nota che per un certo valore dell'angolo di incidenza (detto angolo limite) il raggio rifratto si trova sulla superficie di separazione plexiglass-aria e forma con la normale un angolo di 90° .

- Aumentando ancora l'angolo di incidenza oltre l'angolo limite scompare il raggio rifratto e al suo posto compare solo il raggio riflesso.





COSA ACCADE

In genere quando un raggio incidente di luce colpisce la superficie di separazione tra due materiali trasparenti, parte di esso viene riflesso e parte prosegue nell'altro materiale. Il raggio, nel passare da un materiale all'altro viene deviato o rifratto secondo le leggi della rifrazione

La deviazione subita dal raggio è tanto maggiore quanto più esso è inclinato rispetto alla perpendicolare alla superficie. Se il raggio passa da un materiale più denso (in cui la velocità della luce è più bassa) a un materiale meno denso (in cui la velocità della luce è più alta), la deviazione lo avvicina alla superficie.

Quando si arriva ad un certo angolo (l'angolo limite), la deviazione sarà così forte che il fascio emergerà rasente la superficie e quindi di fatto non passerà nell'aria.

Oltre l'angolo limite tutta la luce viene riflessa nel plexiglass (o nel vetro), perciò il raggio riflesso ha la stessa luminosità (energia) di quello incidente.

Questo fenomeno è chiamato RIFLESSIONE TOTALE, poiché la luce viene riflessa quasi al 100% (meglio che dagli specchi più riflettenti).



La RIFLESSIONE TOTALE è perciò un caso particolare di rifrazione

- N.B.:**
- 1) Per indicare che ogni mezzo trasparente ha una diversa densità e quindi un diverso comportamento quando è attraversato dalla luce, si utilizza un numero "n" detto **indice di rifrazione**. Per i mezzi meno densi (come il vuoto o l'aria) n è minore, per quelli più densi (come vetro o plexiglass) n è maggiore.
 - 2) L'indice "n" dipende dalla velocità della luce nel mezzo (in maniera inversamente proporzionale) ed è definito come

$$n=c/v$$

in cui c è la velocità della luce nel vuoto (circa 300000Km/sec) e v è la velocità della luce nel mezzo analizzato



A cura dell' Associazione per l'insegnamento della fisica- Sezione VALLE d'AOSTA

In particolare

VUOTO	$n=1$
ARIA	$n \approx 1,0003$
PLEXIGLASS	$n= 1,49$
VETRO	$n=1,5$

3) Anche l'angolo limite λ cambia a seconda dei 2 mezzi attraverso cui la luce passa

PLEXIGLASS	$\lambda = 42^\circ$
VETRO	$\lambda = 41,5^\circ$

ECCETERA

1) I miraggi sono illusioni ottiche naturali.

Essi si verificano quando i raggi del Sole incontrano strati d'aria più calda rispetto ad altri strati di aria più fredda e di densità maggiore. Così i raggi di luce subiscono una riflessione totale ed è possibile vedere le immagini come se fossero veramente riflesse.



Il miraggio inferiore è il tipo di miraggio che viene osservato più di frequente. Lo vediamo se ci troviamo d'estate a percorrere una strada asfaltata: può capitare di vedere il riflesso delle macchine in lontananza sull'asfalto e si ha l'impressione che vi sia una pozzanghera che riflette gli oggetti sufficientemente distanti.

Anche se ci troviamo nel deserto possiamo vedere il riflesso del cielo sul terreno sabbioso in lontananza e pensare erroneamente di scorgere un lago o uno "specchio" d'acqua;

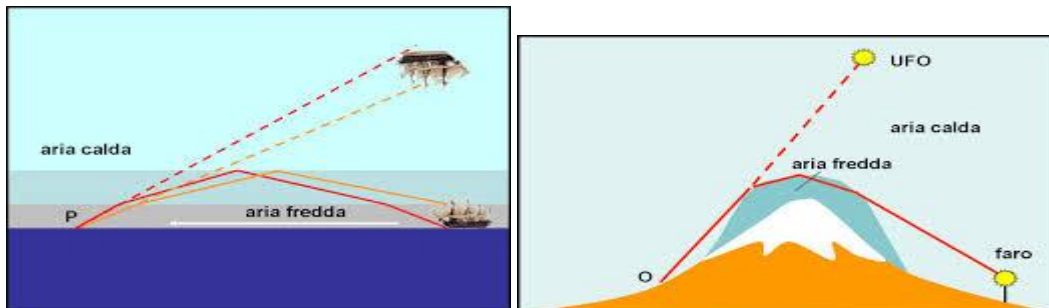
Questo tipo di miraggio avviene quando gli strati di aria più prossimi al suolo sono molto più caldi (e quindi meno densi) rispetto agli strati superiori.



A cura dell' Associazione per l'insegnamento della fisica- Sezione VALLE d'AOSTA

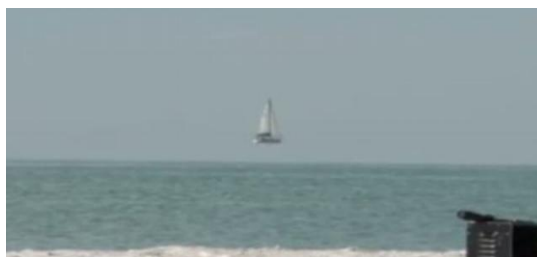
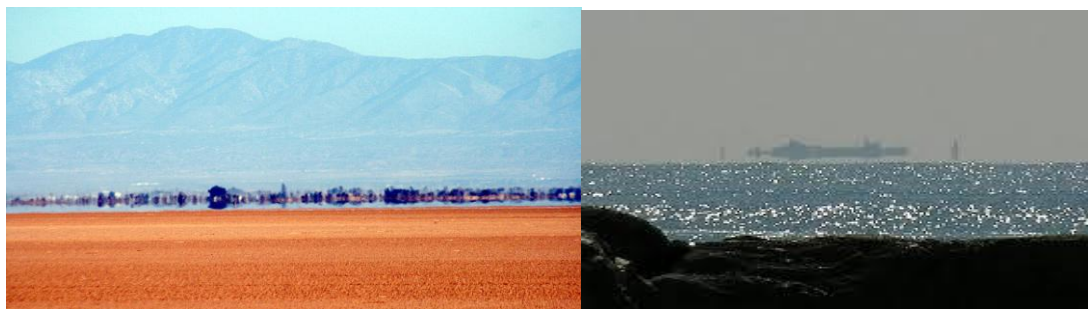
I miraggi superiori sono più spettacolari e sono prodotti da una inversione di temperatura degli strati d'aria all'altezza degli occhi dell'osservatore. L'immagine appare riflessa superiormente. È possibile vedere oasi che in realtà si trovano oltre l'orizzonte, così come navi capovolte in lontananza. Si possono vedere oggetti che talvolta vengono scambiati per UFO.

In questo caso gli strati d'aria a contatto col suolo devono essere più freddi di quelli al di sopra degli occhi dell'osservatore.

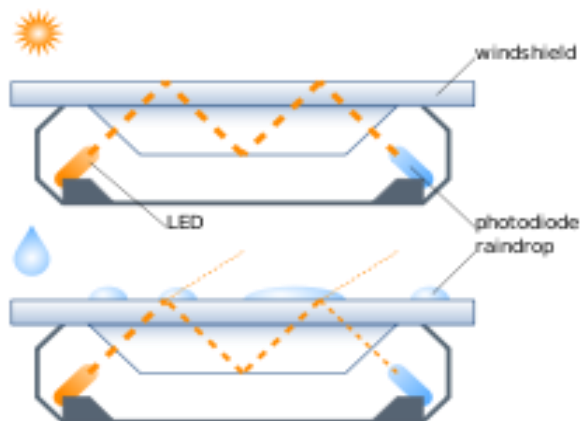


La Fata Morgana è una forma complessa e insolita di miraggio che si può scorgere all'interno di una stretta fascia al di sopra dell'orizzonte. Il nome italiano è conosciuto anche all'estero, perché si tratta di un fenomeno frequentemente osservato nello Stretto di Messina. Il nome fa riferimento alla fata Morgana della mitologia celtica, che induceva nei marinai visioni di fantastici castelli in aria o in terra per attirarli e quindi condurli a morte.

Tale fenomeno, che può essere osservato a terra o in mare, nelle regioni polari o nei deserti, distorce enormemente l'oggetto (o gli oggetti) su cui agisce il miraggio, tanto da renderli insoliti e irriconoscibili. Può riguardare qualsiasi tipo di oggetti "distanti", come isole, coste o barche. Il soggetto è mostrato in rapida evoluzione, in posizioni diverse da quelle originarie, in una visione che può essere compressa o allungata.



- 2) Il **sensore di pioggia** di cui alcune auto sono dotate si fonda sul fenomeno della riflessione totale. In esso un raggio di luce è emesso all'interno del vetro del parabrezza con un'inclinazione di 45° rispetto alla superficie di separazione vetro-aria. Il parabrezza è costituito da un materiale che rispetto all'aria ha un angolo limite λ di 42° : il raggio non può quindi uscire dal vetro ed è completamente riflesso verso un sensore di luce. Quando piove il vetro si bagna e l'angolo limite per la coppia vetro-acqua diventa di 63° ; quindi il raggio emesso (quello inclinato di 45°) non supera l'angolo limite e può uscire dal vetro. Il sensore di luce registra la diminuzione di intensità del raggio riflesso che lo colpisce e comanda l'attivazione del tergicristallo.



3) I prismi a riflessione totale

Sono prismi di plexiglass (o vetro) la cui sezione è un triangolo rettangolo isoscele (con angoli acuti di 45°), in cui la luce può incidere perpendicolarmente sull'ipotenusa BC (fig. 1) o su uno dei due cateti uguali per esempio AC (fig. 2)

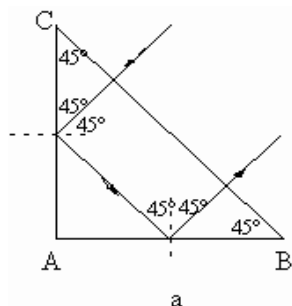


fig. 1

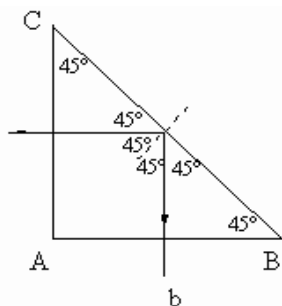


fig. 2

Nella figura 1, la luce incide sull'ipotenusa BC perpendicolarmente e prosegue senza deviazione all'interno del prisma; giunta sulla superficie interna del cateto AC con un angolo di 45° (maggiore dell'angolo limite di circa 42° del prisma), viene riflessa totalmente (con un angolo di riflessione di 45°). Dopo questa riflessione il raggio giunge alla superficie interna del cateto AB con un angolo di 45° e come prima viene riflesso totalmente; il raggio di uscita dall'ipotenusa CB si trova sulla normale ed emerge non più deviato. Si ottiene quindi una deviazione globale del raggio incidente di 180° .

Nella figura 2 la luce incide perpendicolarmente sul cateto AC, seguendo la normale penetra senza deviazione entro il prisma. Quando incontra la superficie interna dell'ipotenusa BC viene riflessa totalmente poiché vi incide con un angolo di 45° . Il raggio riflesso giunge perpendicolarmente alla superficie interna dell'altro cateto AB da cui esce senza deviazione. Si ottiene quindi una deviazione globale del raggio incidente di 90° .



Alcuni periscopi utilizzano 2 prismi a riflessione totale (come in figura 2) agli estremi di un tubo collegato con l'oculare permettendo di osservare a livello inferiore i raggi e le immagini degli oggetti che entrano a livello superiore.



- 4) **Le fibre ottiche** riescono a condurre la luce internamente alla fibra, sfruttando successive riflessioni totali interne, come se la luce fosse "intrappolata" lungo la fibra . Sono impiegate in medicina per esami endoscopici e nelle telecomunicazioni poiché al loro interno viaggiano segnali televisivi e comunicazioni telefoniche.

