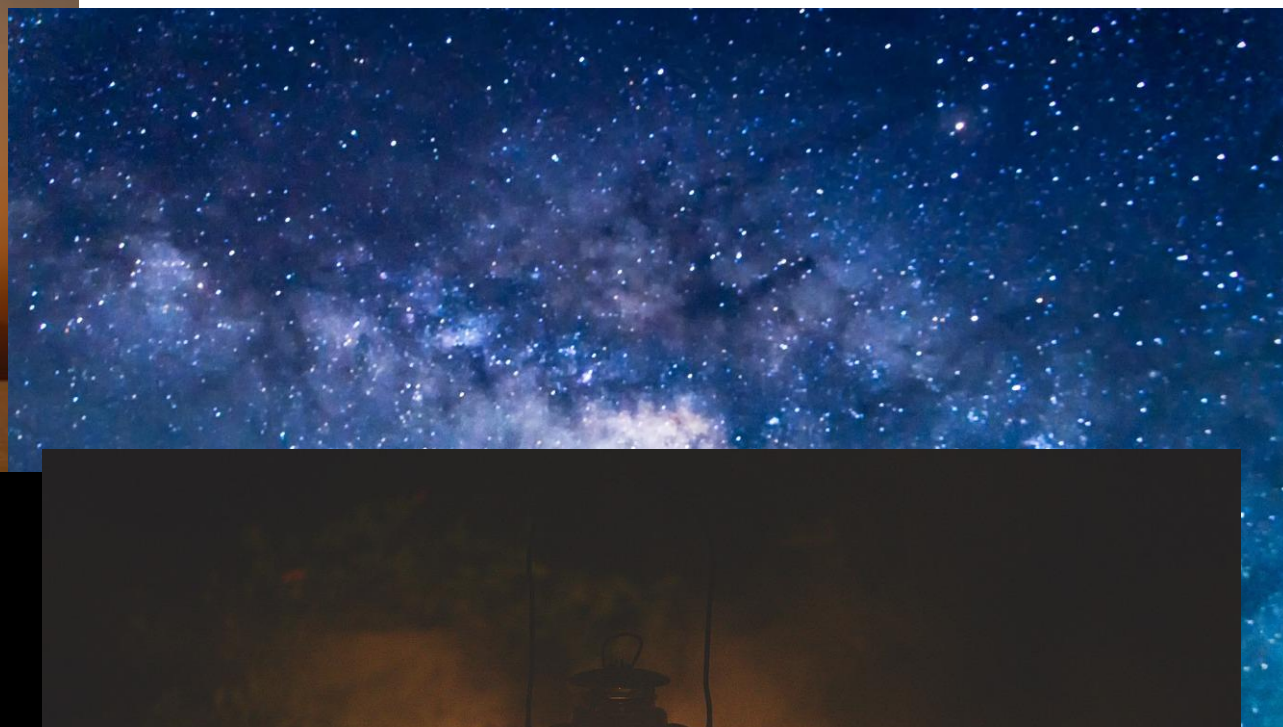
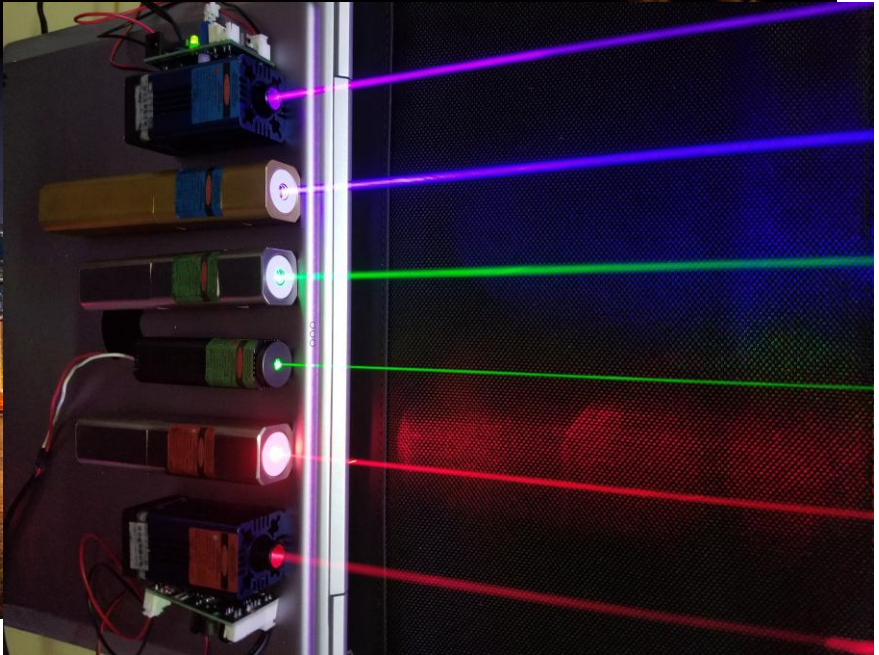


La luce e alcune curiosità

Marco Zangrando





Quanto è importante la LUCE?

Circa l'**80%** delle informazioni scambiate con il mondo esterno da parte di un normovedente sono “mediate” grazie alla luce

...ok, ma cos'è ???

Ente fisico

Fenomeno fisico

Radiazione elettromagnetica

Porzione dello spettro

È un qualcosa che lega la sorgente all'occhio
Questo “qualcosa” come viaggia? A che velocità si muove?
E di cosa è composto?



spettro elettromagnetico

occhio umano

“Il termine luce (dal latino lux) è riferito alla porzione dello spettro elettromagnetico visibile dall'occhio umano, compresa tra 400 e 700 nanometri di lunghezza d'onda. Questo intervallo coincide con il centro della regione spettrale della radiazione elettromagnetica emessa dal Sole che riesce ad arrivare al suolo attraverso l'atmosfera.”

nanometri

radiazione elettromagnetica

lunghezza d'onda

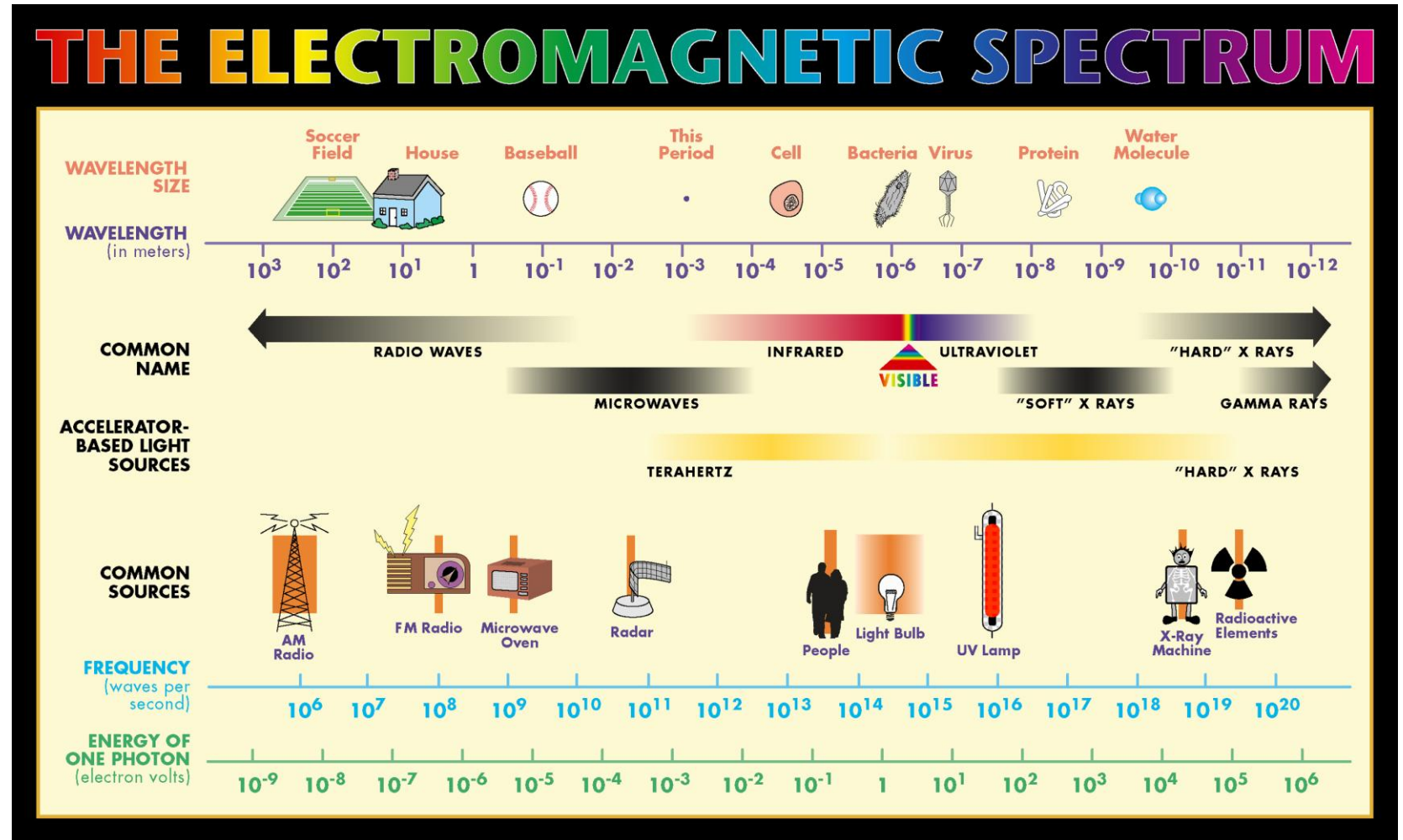


LO SPETTRO ELETTRROMAGNETICO

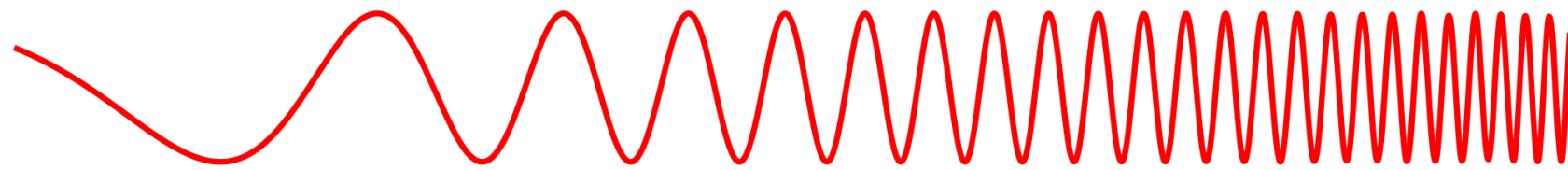
“Il termine luce (dal latino lux) è riferito alla porzione dello **spettro elettromagnetico** visibile dall'occhio umano, compresa tra 400 e 700 nanometri di lunghezza d'onda. Questo intervallo coincide con il centro della regione spettrale della radiazione elettromagnetica emessa dal Sole che riesce ad arrivare al suolo attraverso l'atmosfera.”

spettro elettromagnetico

Lo spettro elettromagnetico (abbreviato spettro EM) è l'insieme di tutte le possibili frequenze della radiazione elettromagnetica.

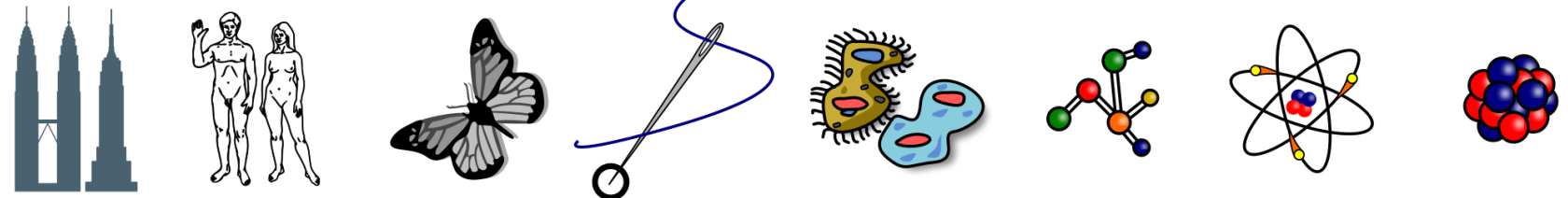


Penetra l'atmosfera terrestre?



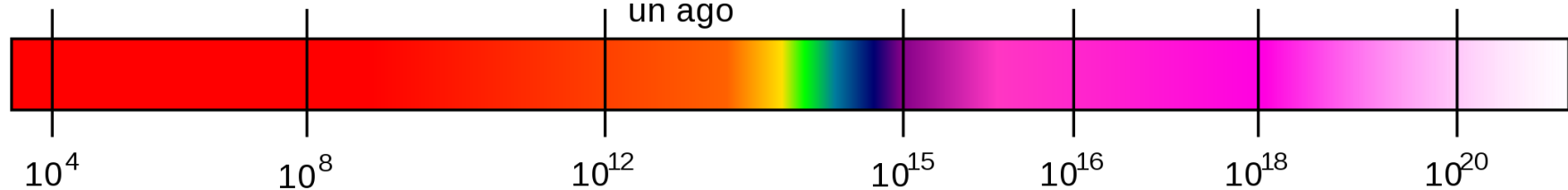
Tipo di radiazione **Radio** **Microonde** **Infrarosso** **Visibile** **Ultravioletto** **Raggi X** **Raggi Gamma**
Lunghezza d'onda (m) 10^3 10^{-2} 10^{-5} 0.5×10^{-6} 10^{-8} 10^{-10} 10^{-12}

Scala approssimativa della lunghezza d'onda

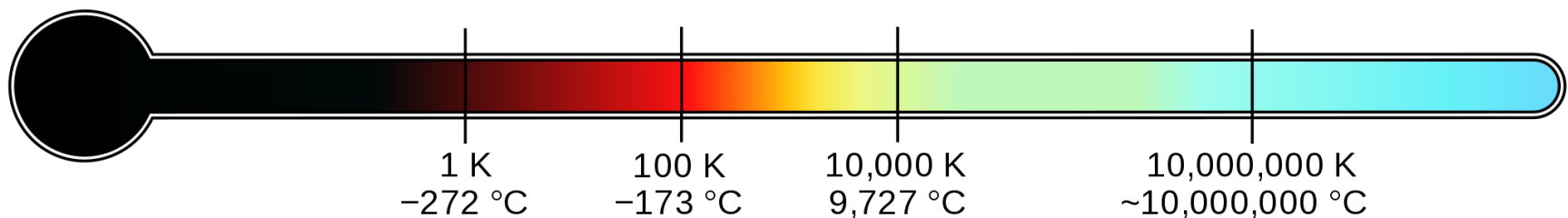


Edifici Esseri umani Farfalle Punta di un ago Protozoi Molecole Atomi Nuclei atomici

Frequenza (Hz)



Temperatura degli oggetti alla quale questa radiazione è la più intensa lunghezza d'onda emessa



Perché non vediamo atomi o molecole a occhio nudo?

Li vediamo, magari, con un microscopio ottico?

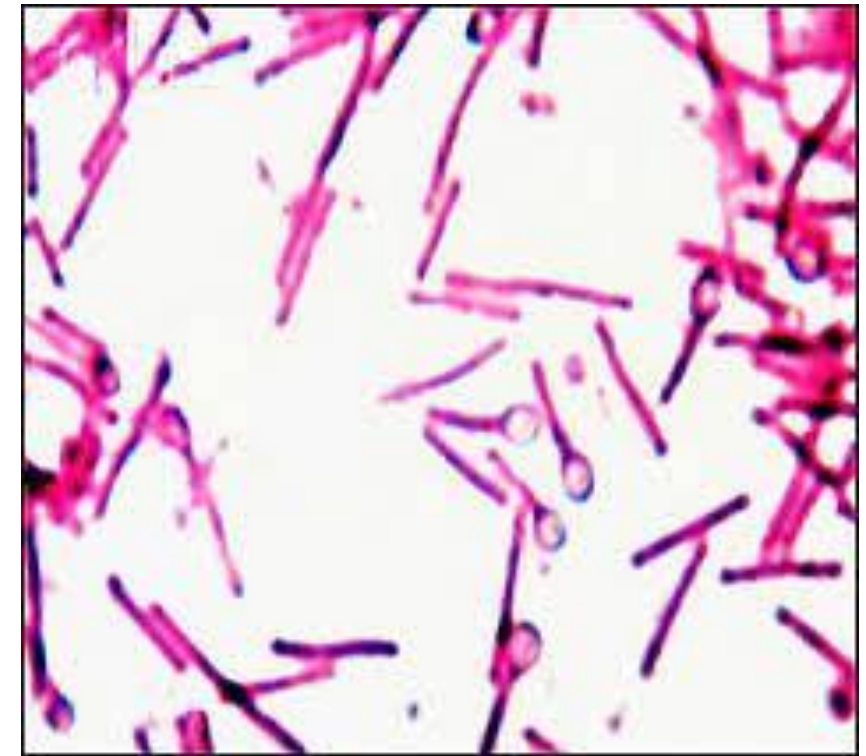
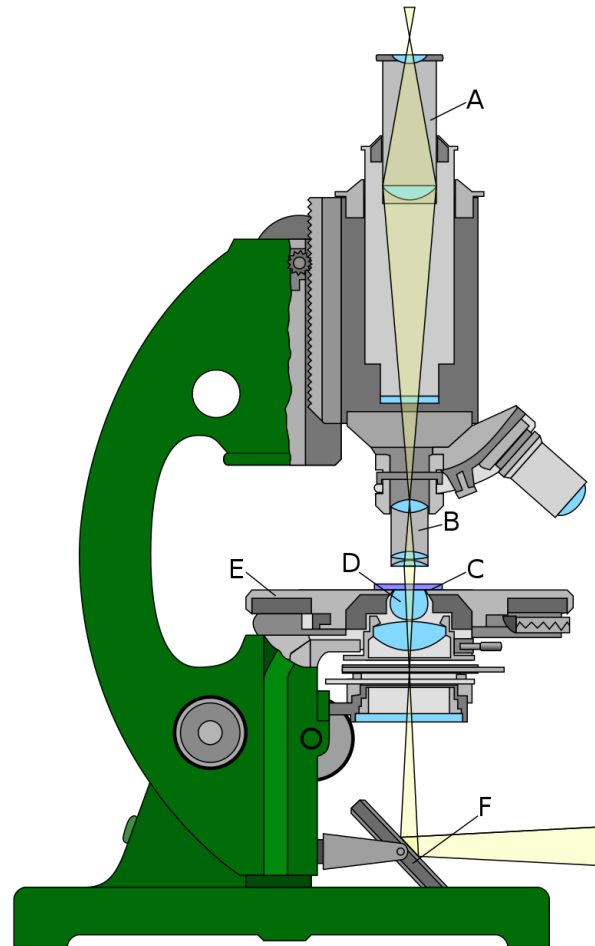
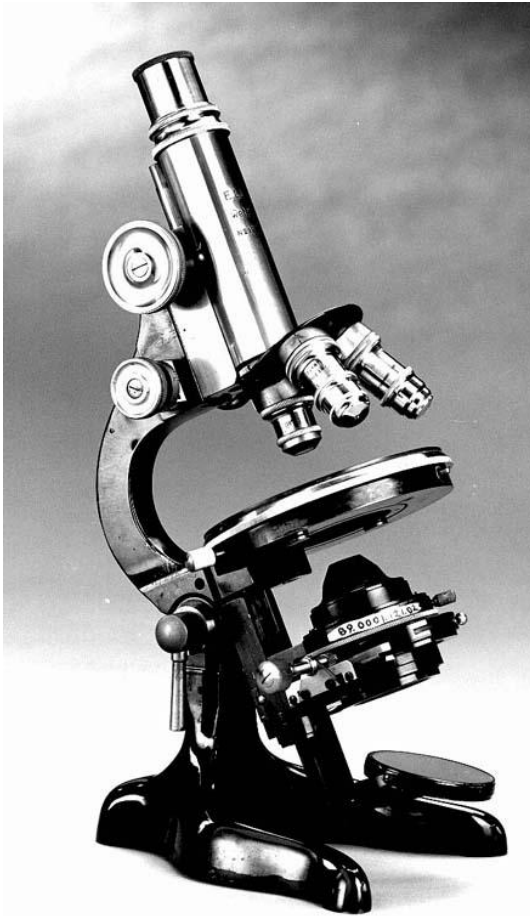
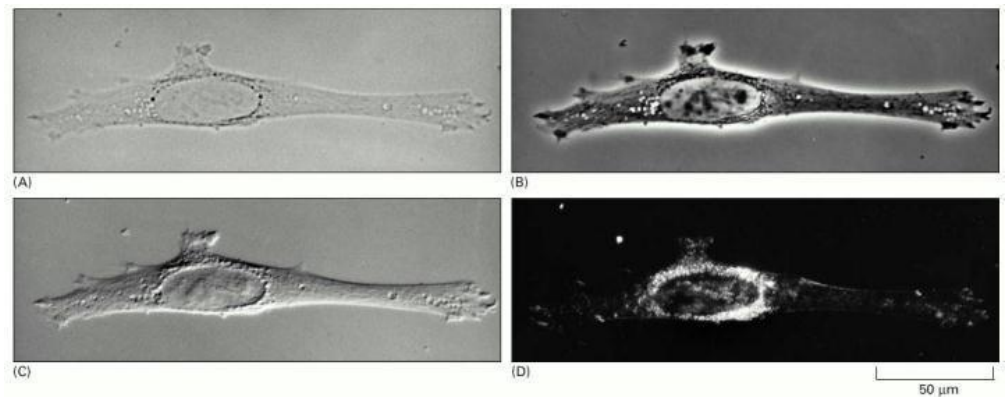
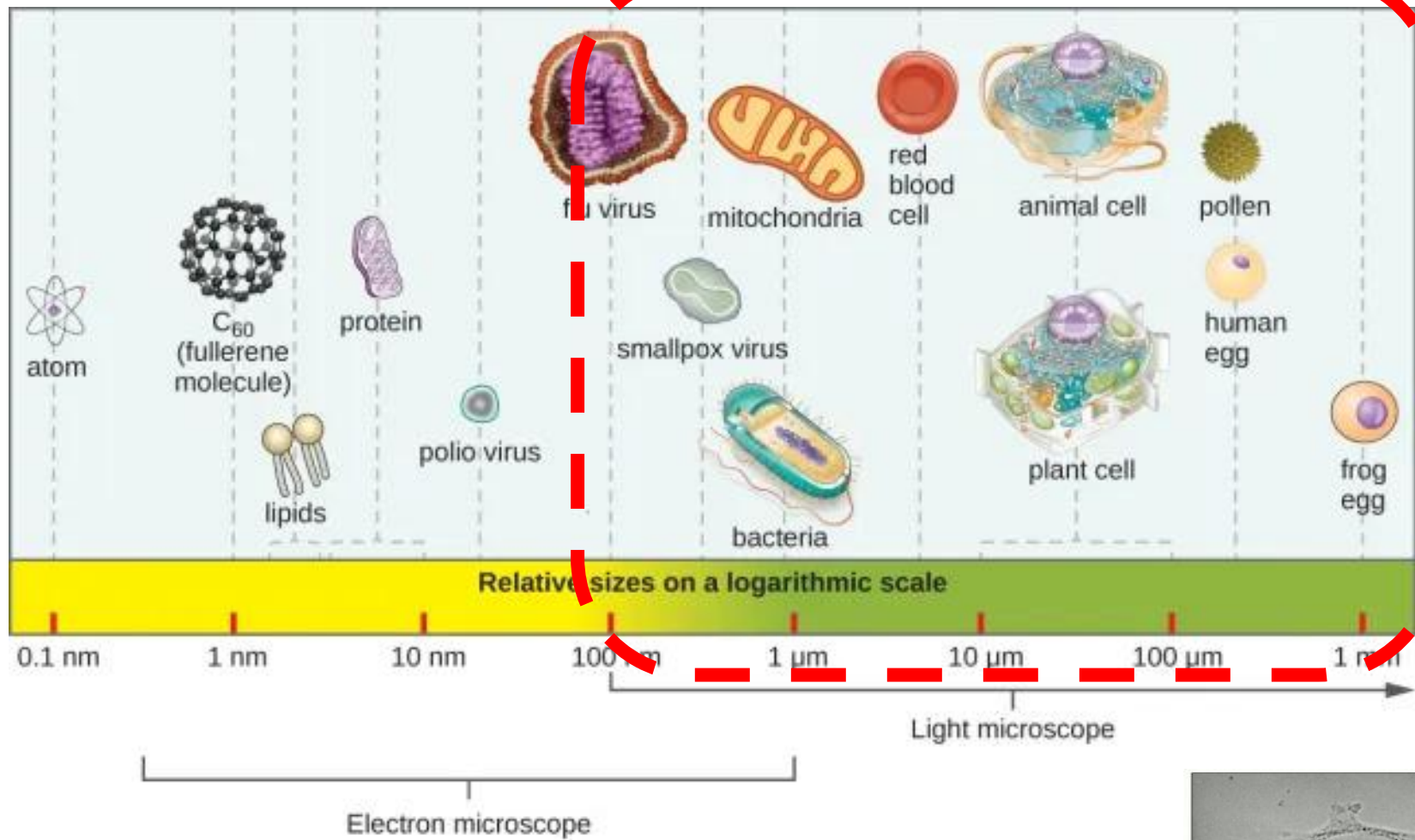


Immagine al microscopio ottico di alcuni esemplari di *Clostridium Tetani*, l'agente patogeno responsabile del Tetano, dopo colorazione di Gram.



Cellula muscolare in coltura

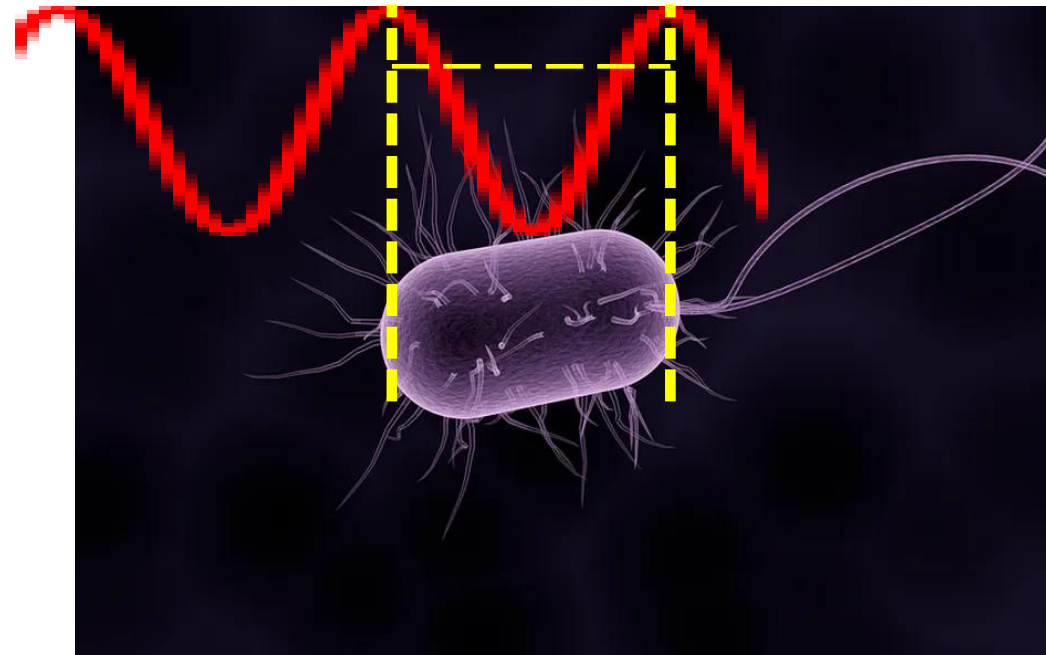
Supponete di entrare in una stanza buia con delle “cose” sul pavimento: palloni da calcio, palle da tennis, bilie di vetro...

Come so cosa c'è sul pavimento?



Quindi, con la luce visibile la cosa più piccola che possiamo vedere (con un microscopio) è un batterio o una cellula

In questo caso la lunghezza d'onda della luce è paragonabile alle dimensioni dell'oggetto (batterio) che vogliamo vedere



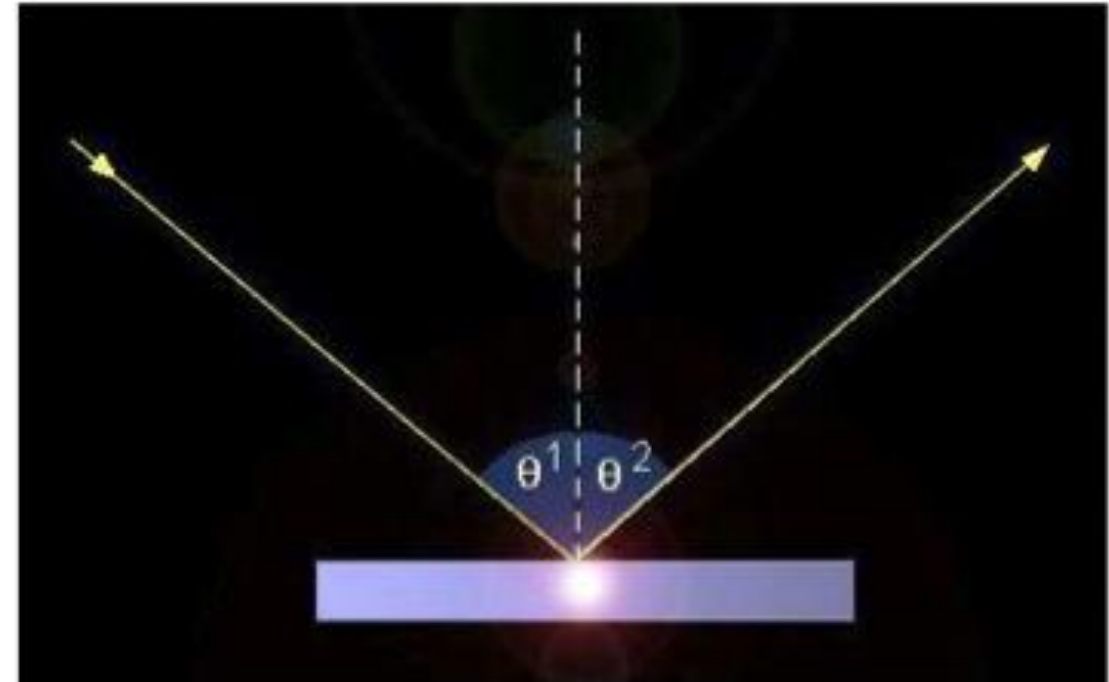


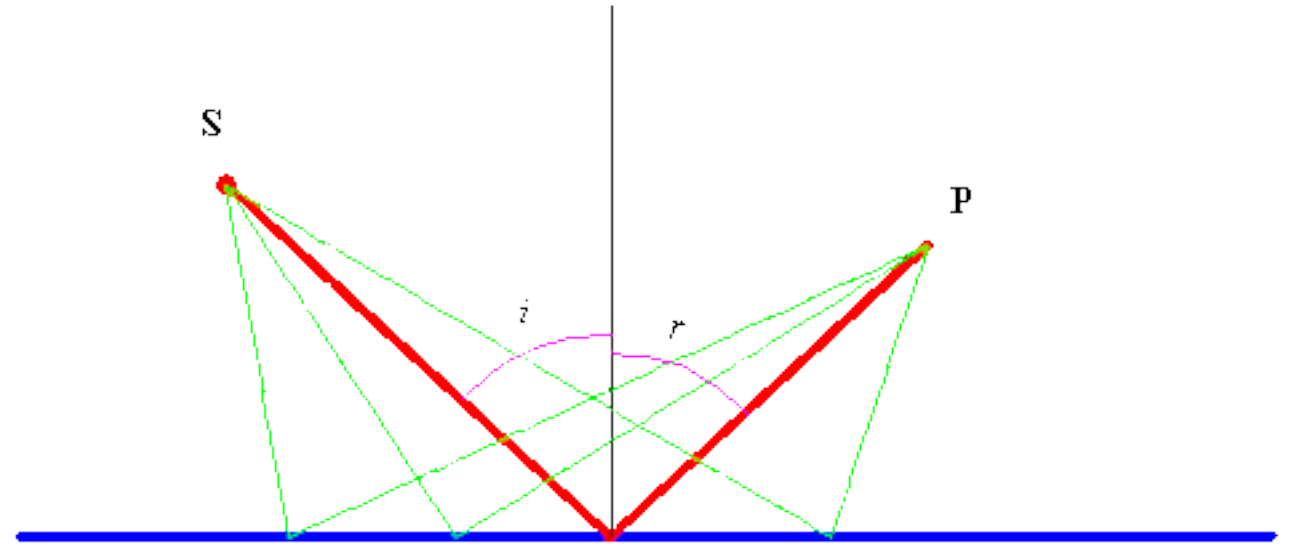
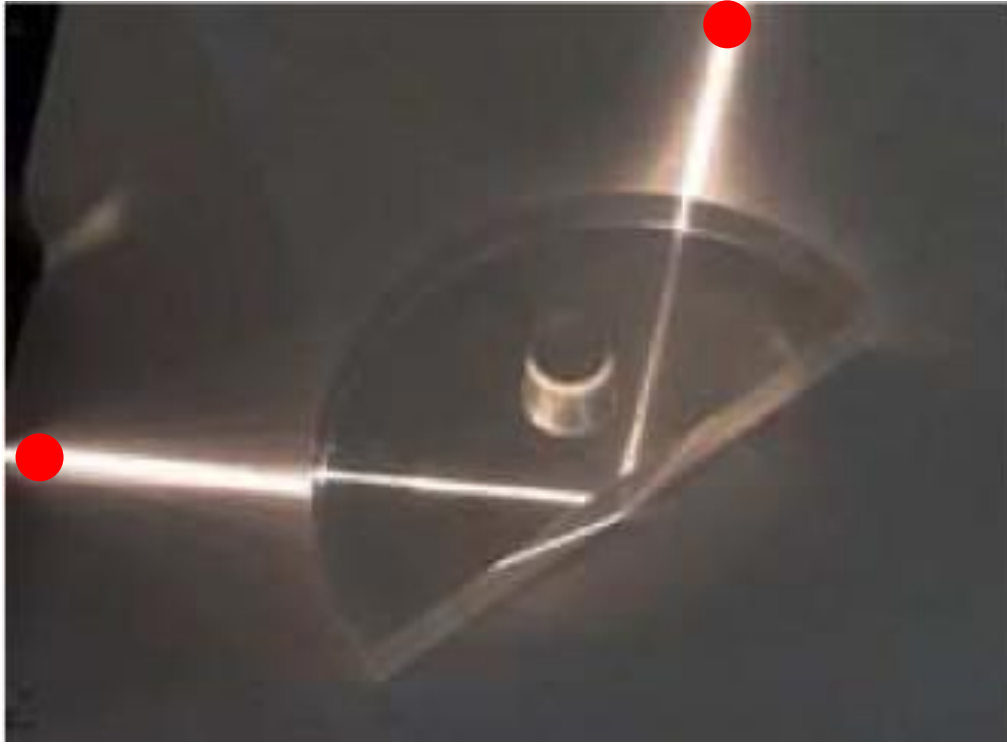
COME SI «MUOVE»

LA LUCE

RIFLESSIONE

In [fisica](#) la **riflessione** è il fenomeno per cui un'[onda](#), che si propaga lungo l'interfaccia tra differenti mezzi, cambia di direzione a causa di un impatto con un materiale riflettente.

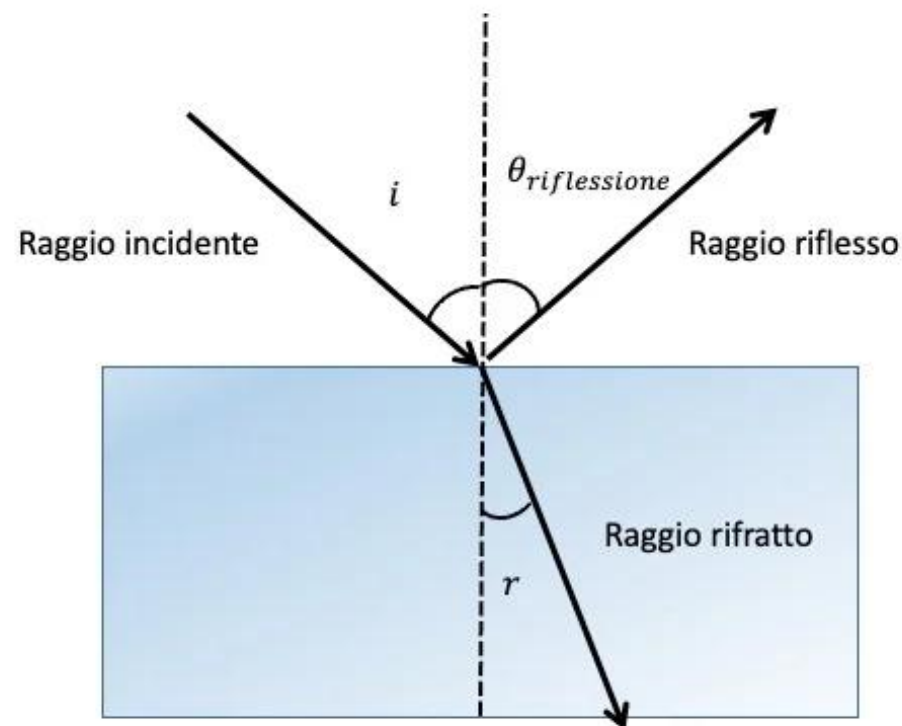




In ottica, il principio di Fermat, o "principio di minor tempo", afferma che di tutti i possibili cammini che un raggio di luce può percorrere per andare da un punto a un altro, esso segue **il cammino che richiede il tempo più breve** (e questo principio spiega anche perché i raggi di luce viaggiano su traiettorie rettilinee)

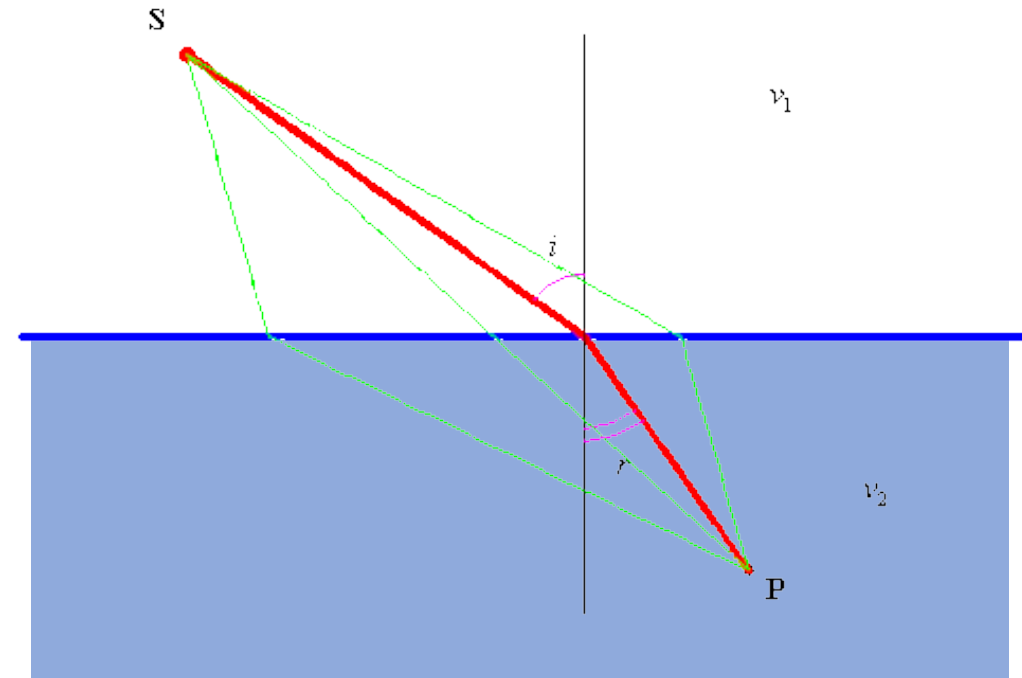
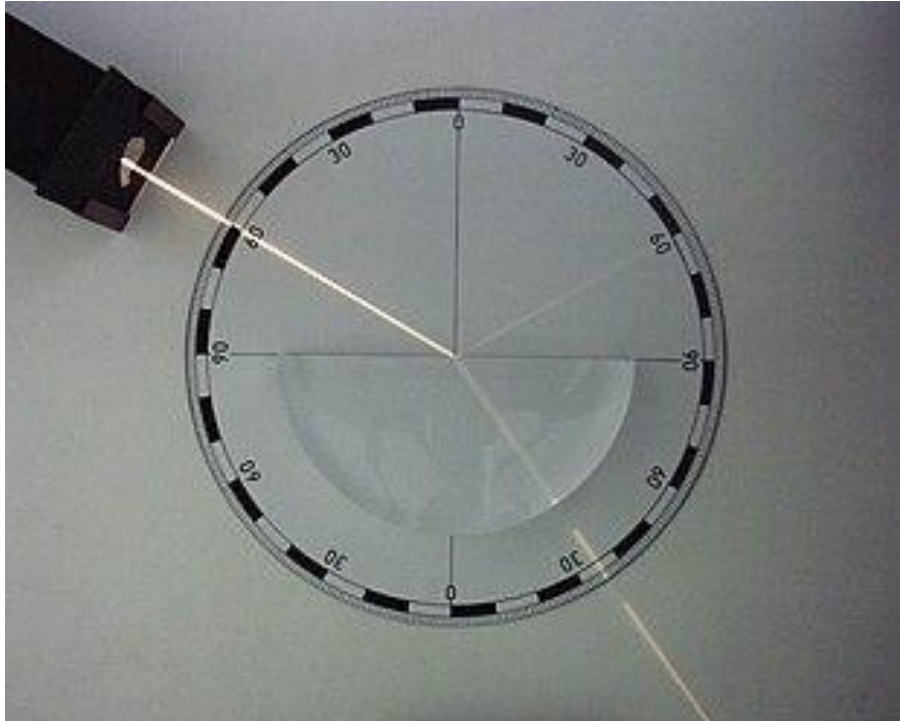
RIFRAZIONE

La **rifrazione** è la deviazione subita da un'onda che ha luogo quando questa passa da un mezzo a un altro otticamente differente nel quale la sua **velocità** di propagazione cambia.



$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

n_{aria}	=	1
n_{acqua}	=	1.33



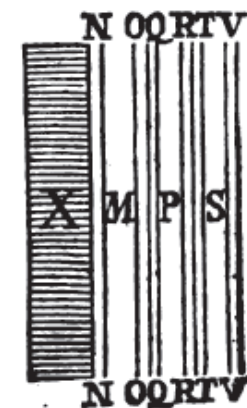
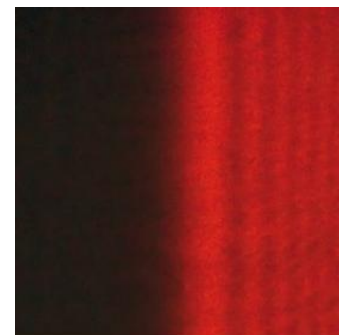
Anche in questo caso vale il principio di Fermat, che afferma che di tutti i possibili cammini che un raggio di luce può percorrere per andare da un punto a un altro, esso segue **il cammino che richiede il tempo più breve**

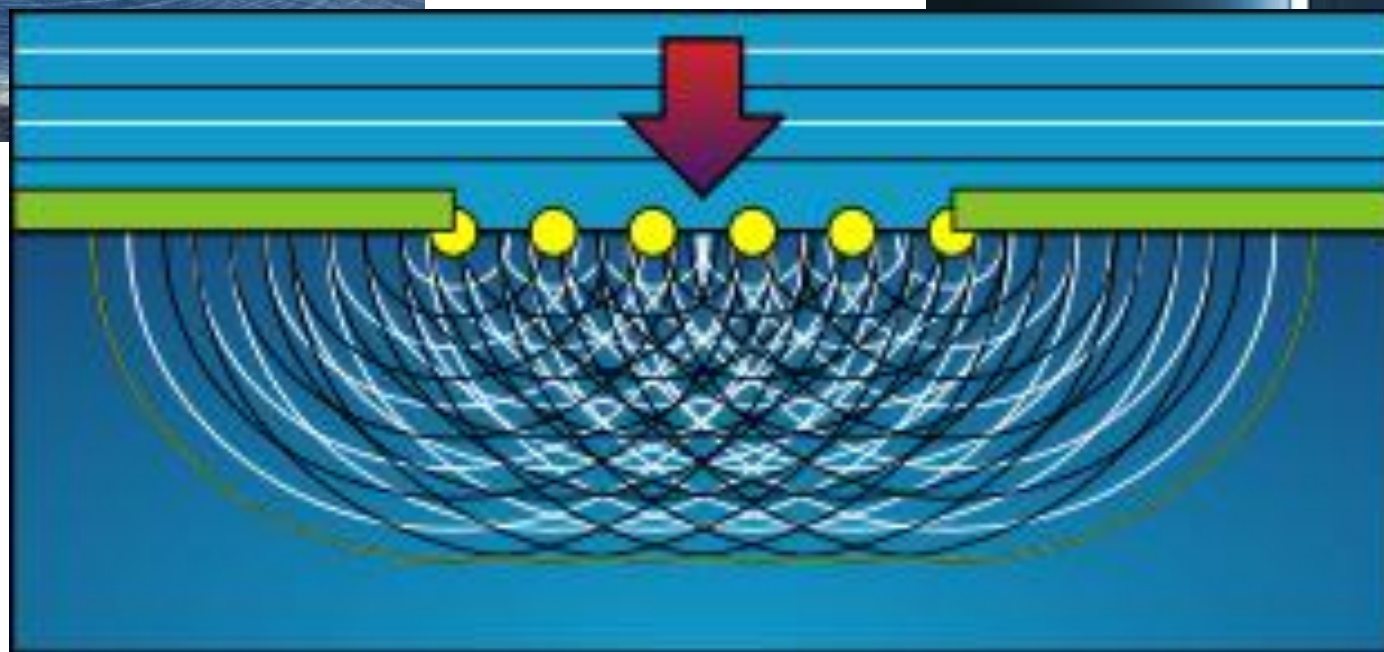
DIFFRAZIONE

La **diffrazione**, nella [fisica](#), è un [fenomeno](#) associato alla deviazione della traiettoria di propagazione delle [onde](#) quando queste incontrano un ostacolo sul loro cammino.



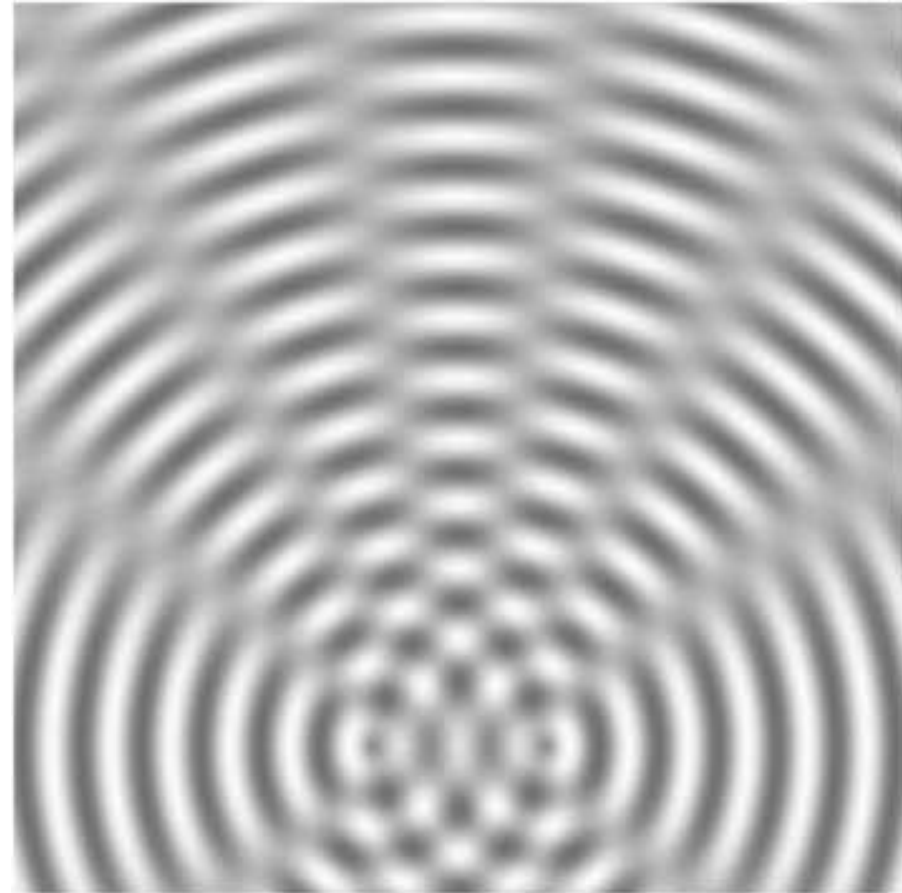
Il primo a dare il nome a questo fenomeno fu l'italiano *Francesco Grimaldi* (1618/1663), che con il suo esperimento dimostrò che facendo passare un fascio di luce da un forellino molto piccolo, la proiezione che avveniva su una superficie, presentava non più contorni netti, ed aveva bordi colorati laddove la luce era stata diffratta.





INTERFERENZA

Una **interferenza**, nella [fisica](#), è un [fenomeno](#) dovuto alla sovrapposizione, in un punto dello [spazio](#), di due o più [onde](#).



1801

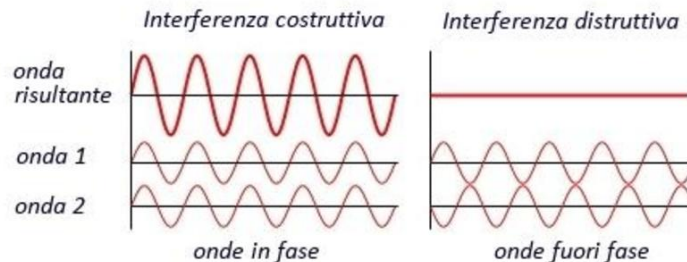
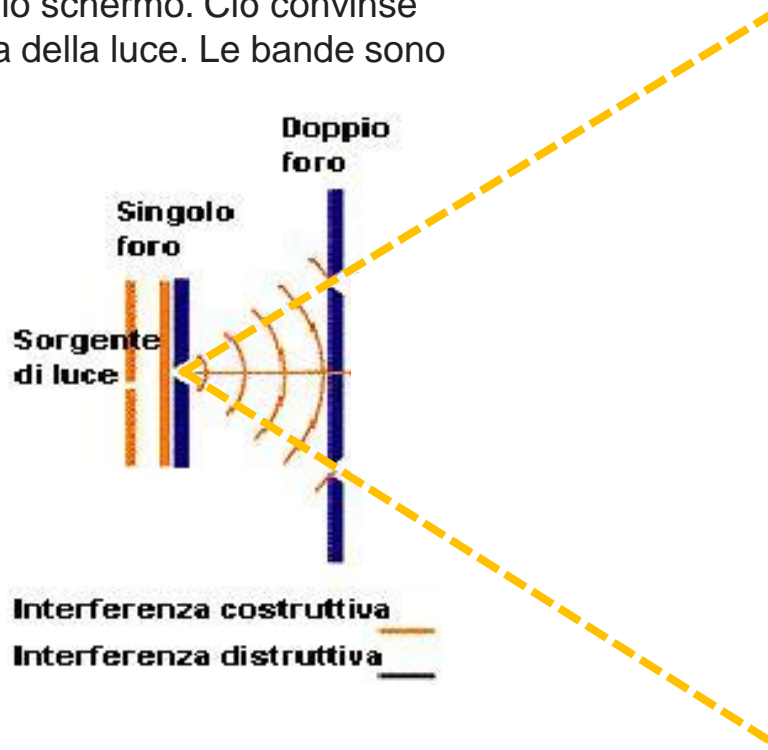


Thomas Young – 1773-1829

Ottico, fisico, egittologo...

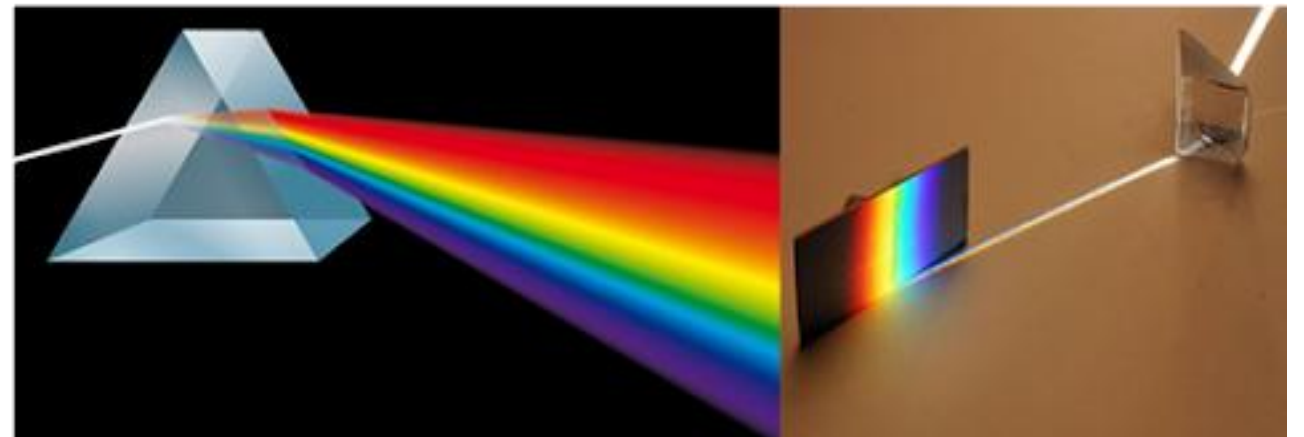
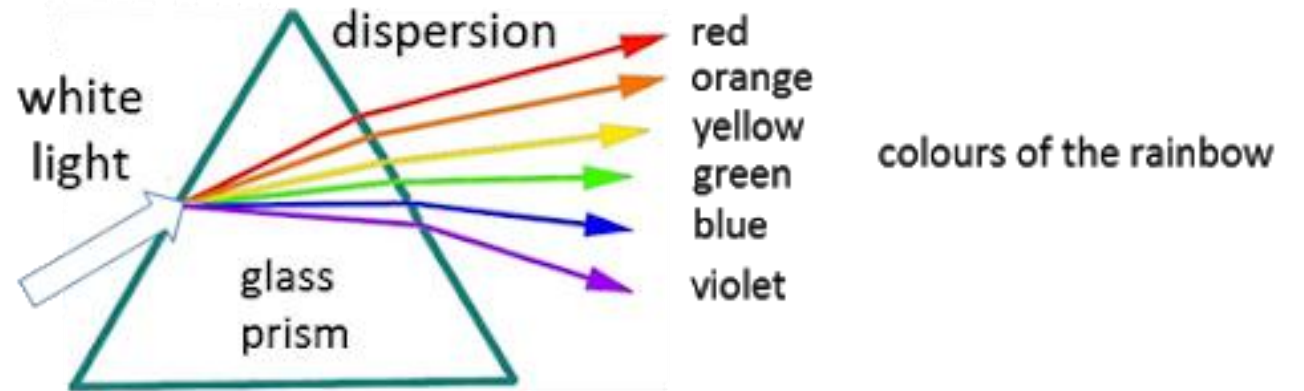
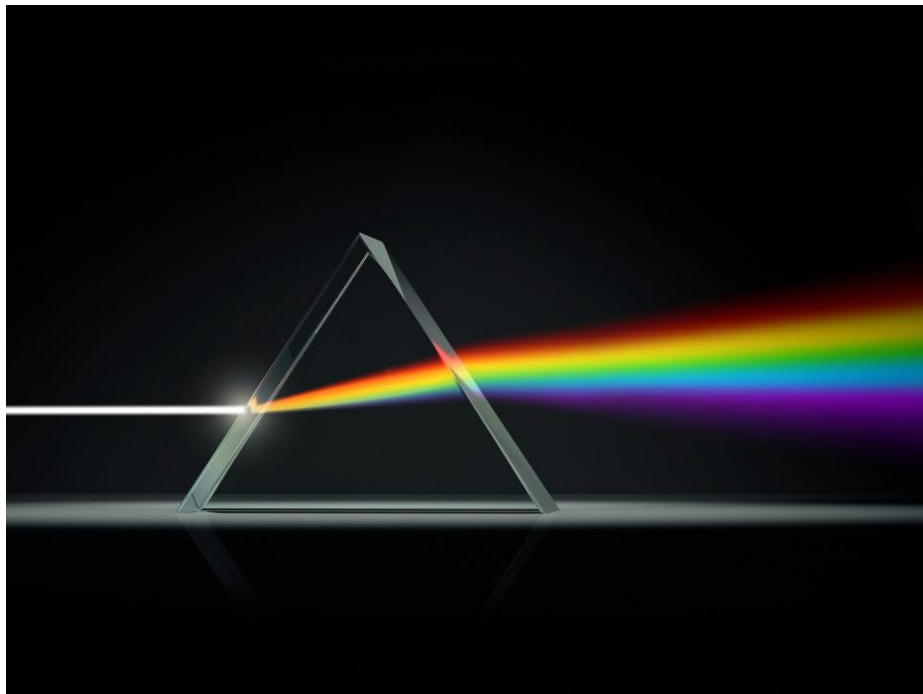
In fisica l'esperimento di Young, realizzato nel 1801, dimostrò la natura ondulatoria della luce ed è considerato come il punto di partenza di tutto quello che «successe» dopo.


Nell'esperimento della **interferenza da doppia fenditura** viene fatto passare un fascio di luce attraverso due fessure parallele praticate su uno schermo opaco, in modo da ottenere uno schema di bande chiare e scure su una superficie bianca posta dietro lo schermo. Ciò convinse Young della natura ondulatoria della luce. Le bande sono dette bande di interferenza.



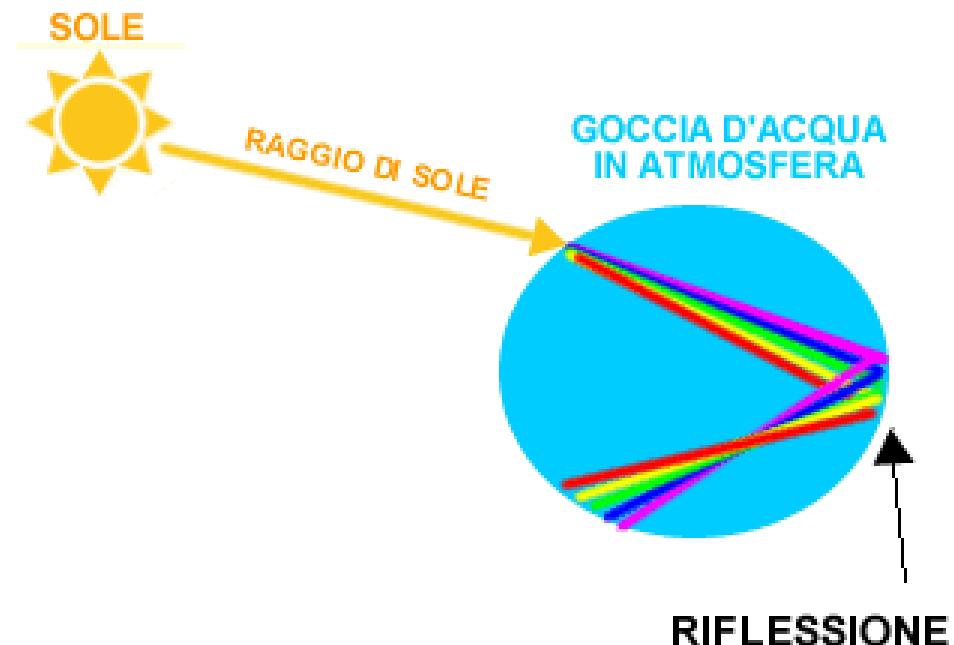
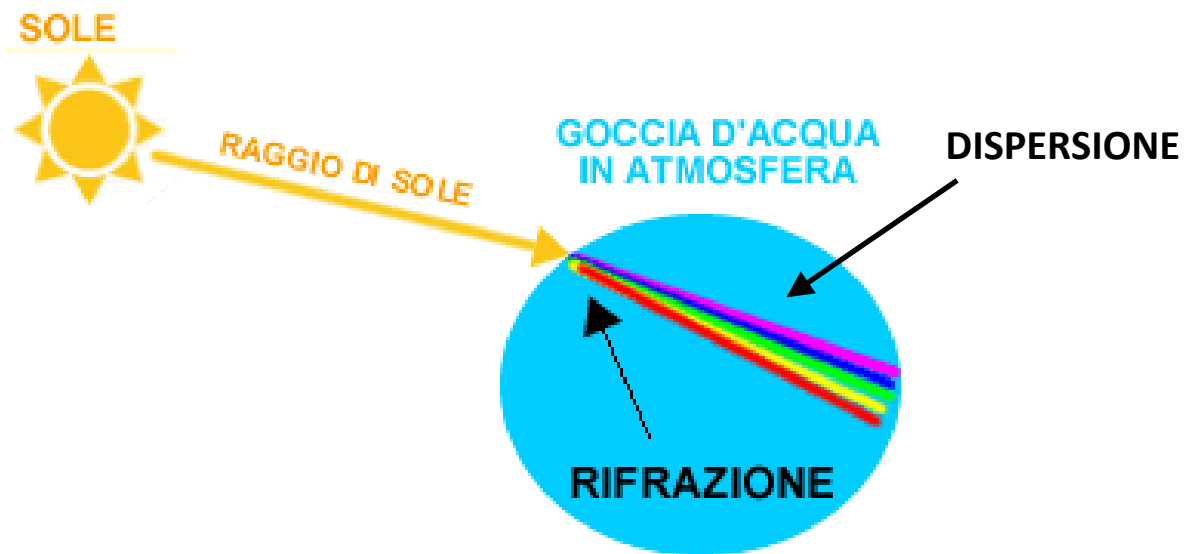
DISPERSIONE

In [ottica](#) la **dispersione** è un fenomeno fisico che causa la separazione di un'[onda](#) in componenti [spettrali](#) con diverse [lunghezze d'onda](#), a causa della dipendenza della velocità dell'onda dalla lunghezza d'onda nel mezzo attraversato.

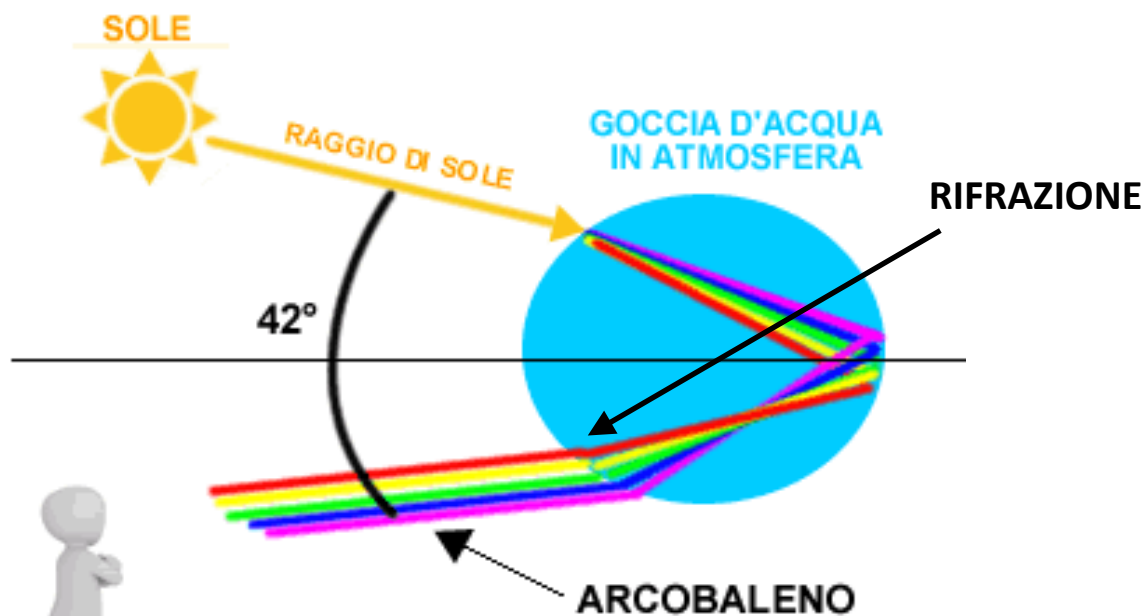




ARCOBALENO



WWW.ANDREAMININI.ORG



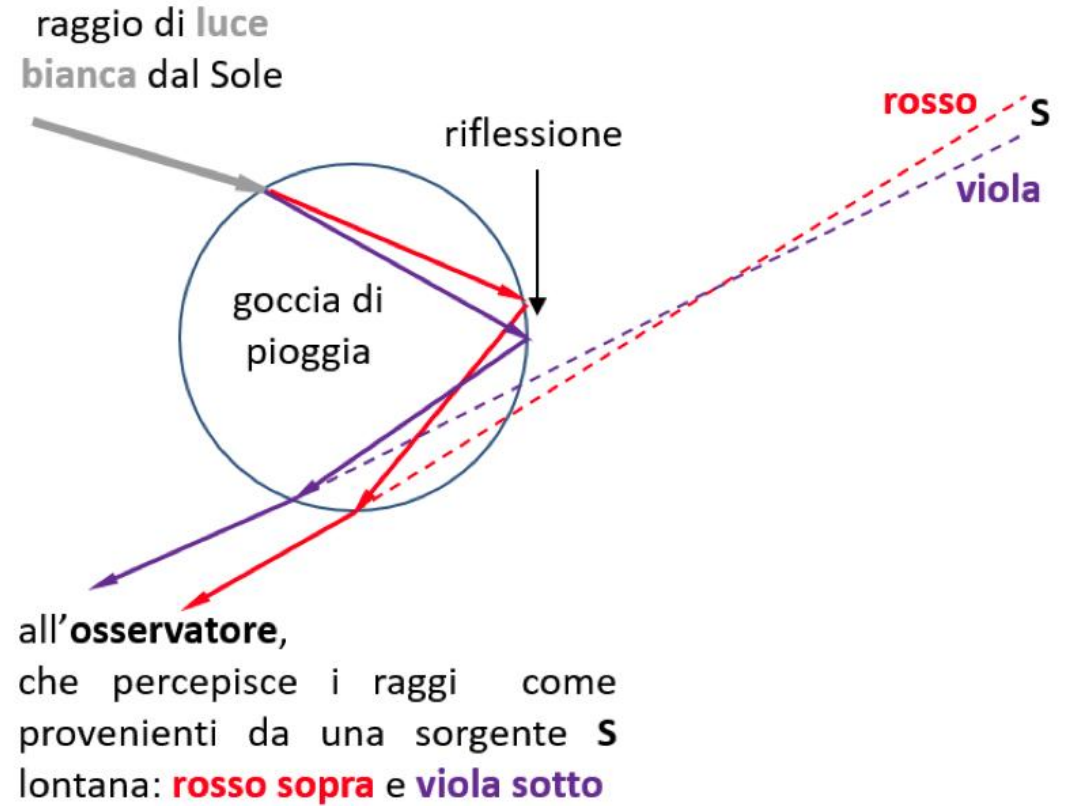
WWW.ANDREAMININI.ORG

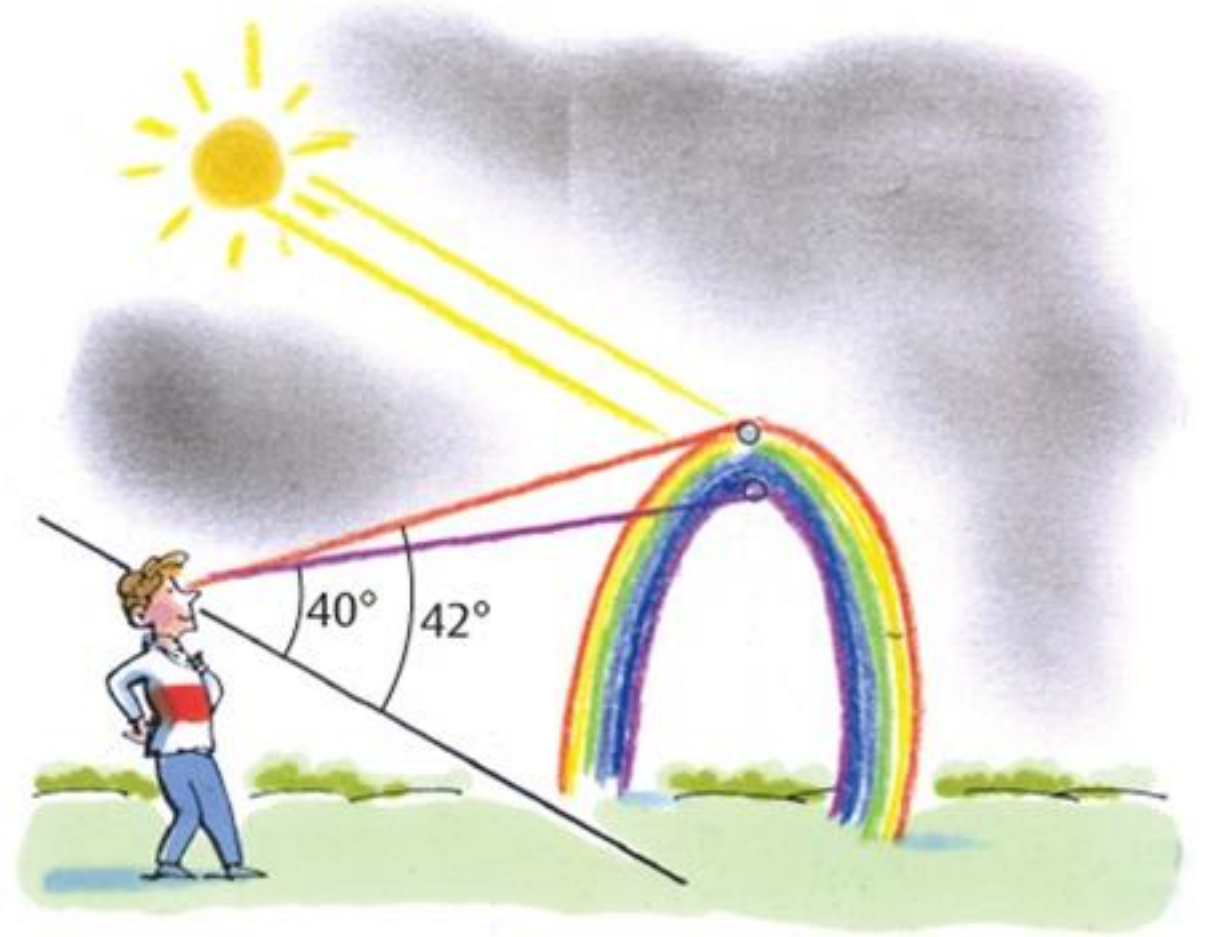
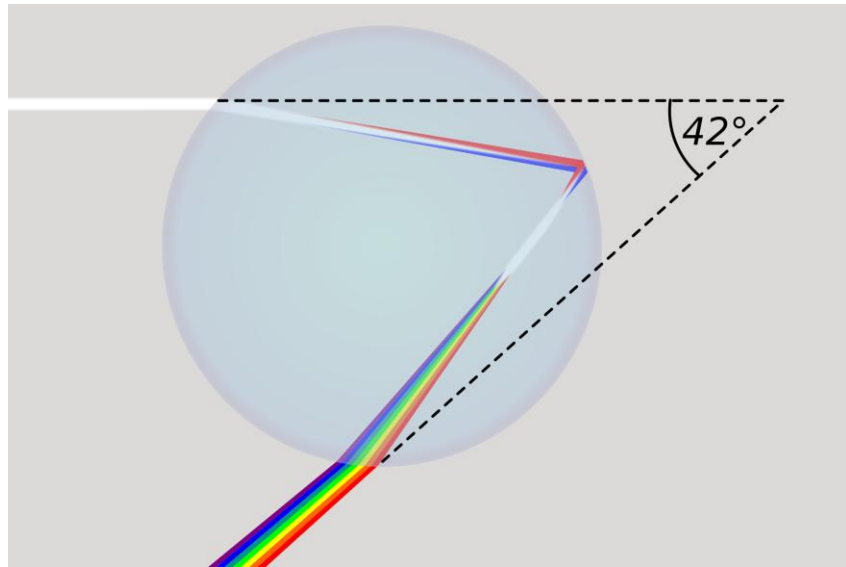
Se ci troviamo in punto tale da formare **un angolo di 42°** rispetto alla direzione del raggio solare di partenza, in cielo vediamo arrivare i raggi colorati

ARCOBALENO



una sola riflessione nella goccia
↓
arcobaleno **primario**

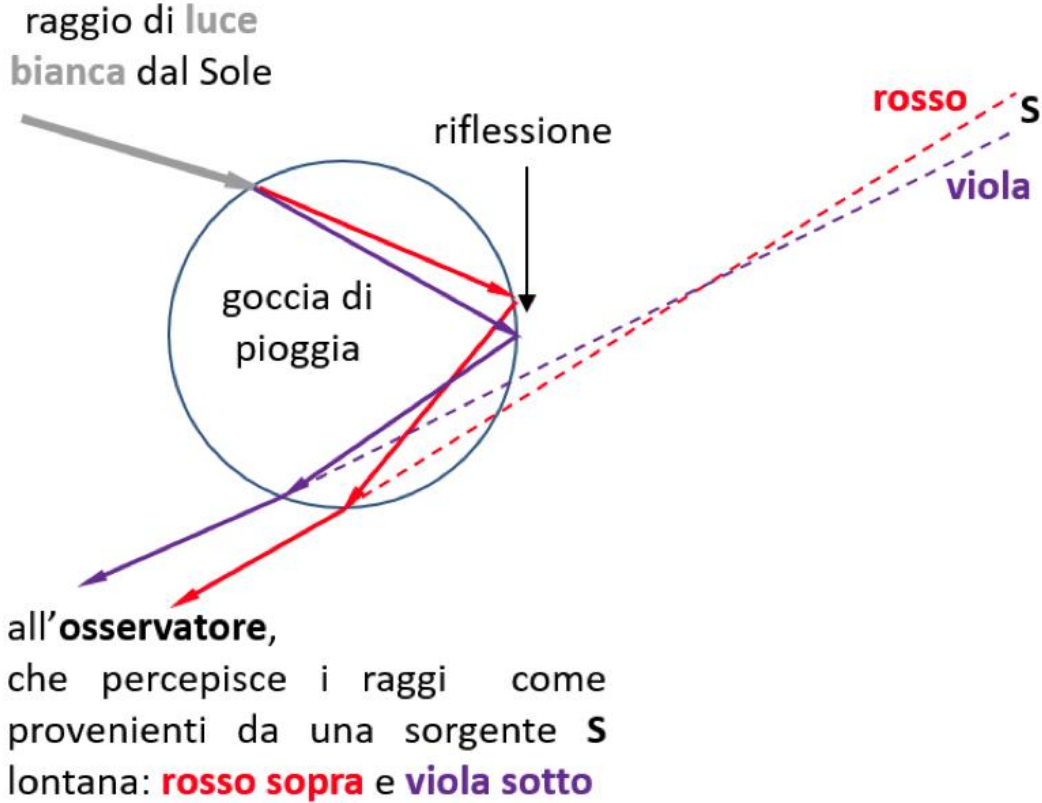




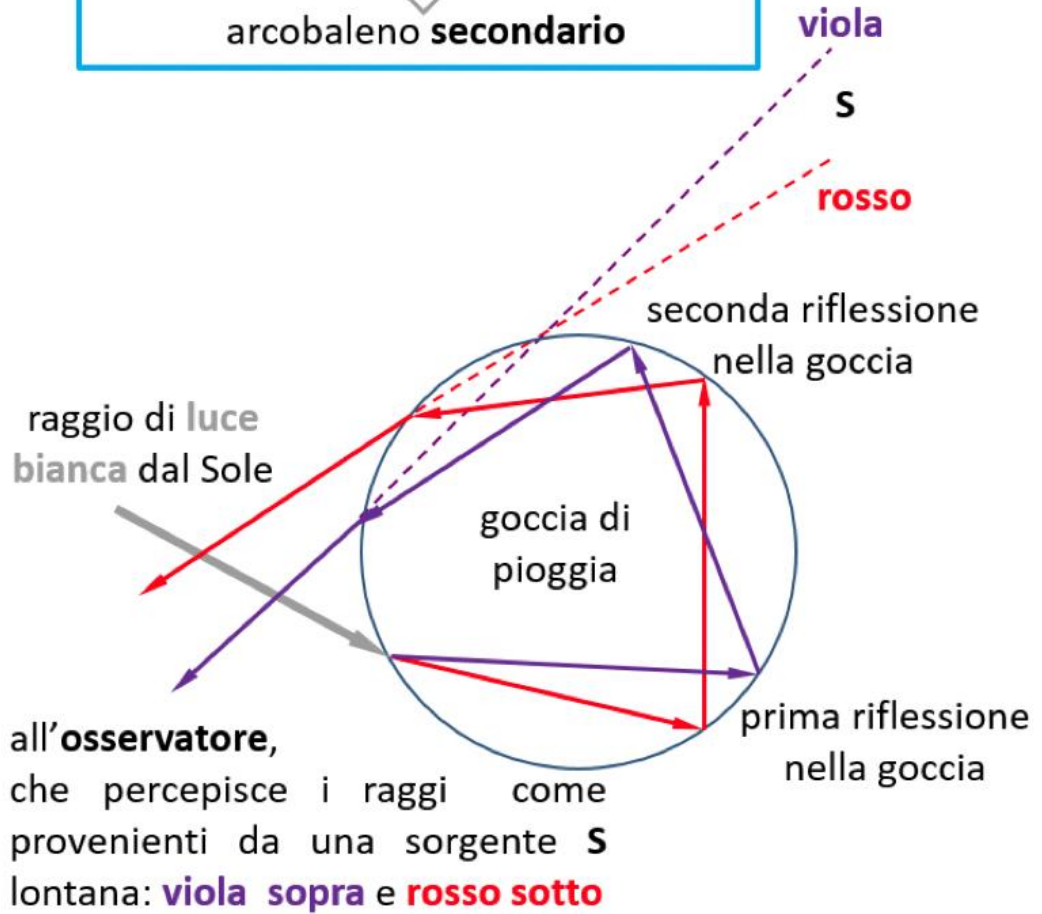
ARCOBALENO DOPPIO



una sola riflessione nella goccia
↓
arcobaleno **primario**



due riflessioni nella goccia
↓
arcobaleno **secondario**

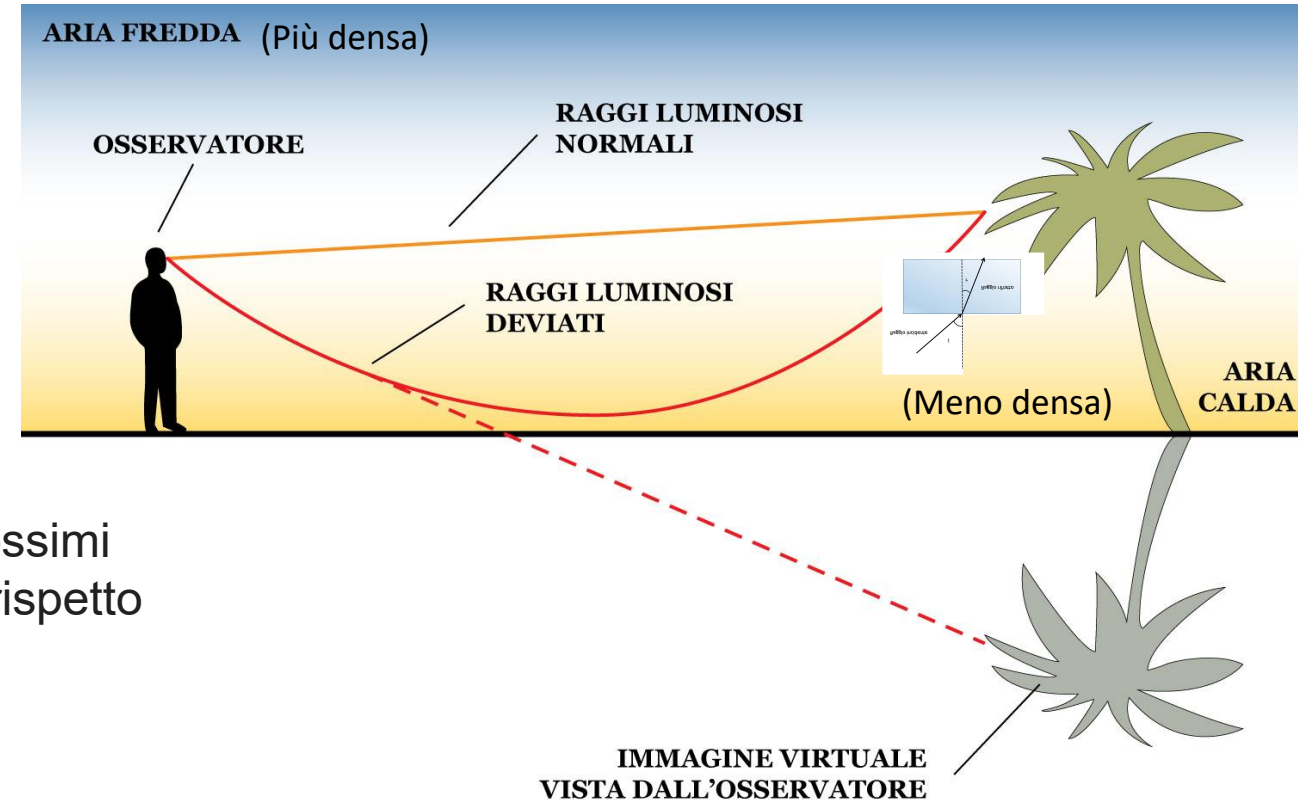
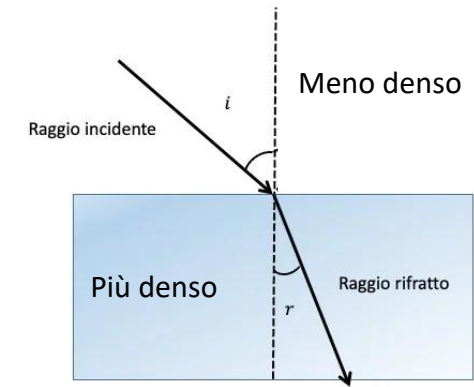


MIRAGGI

MIRAGGI



MIRAGGIO INFERIORE



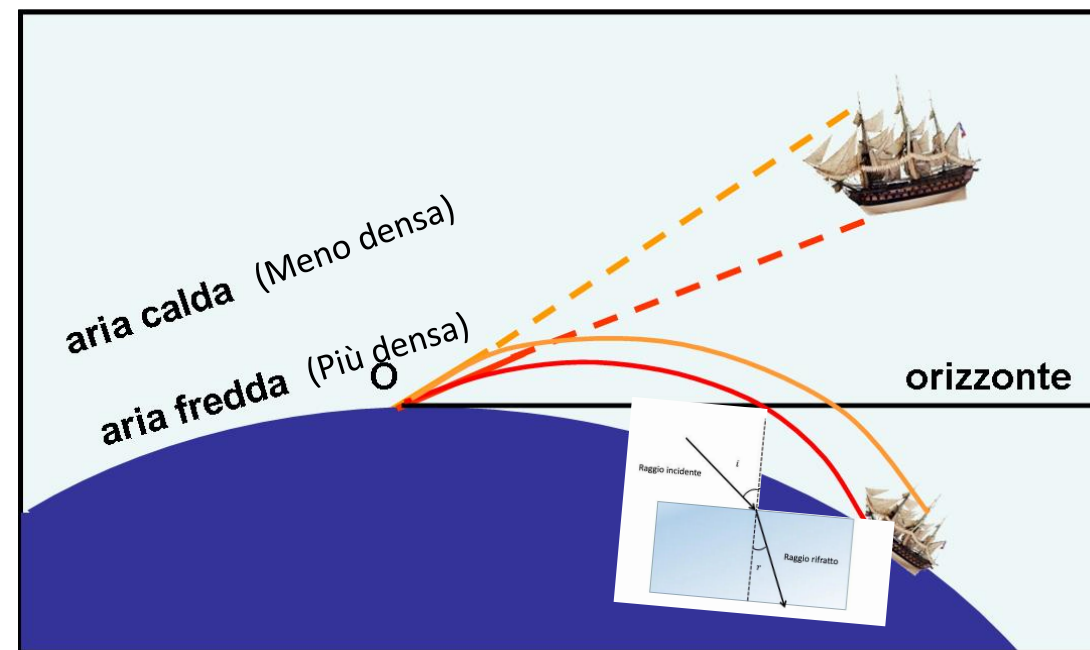
Si ha un miraggio inferiore se gli strati di aria più prossimi al suolo sono molto più caldi (e quindi meno densi) rispetto agli strati superiori.

MIRAGGIO SUPERIORE

Fatamorgana: È una forma particolare di miraggio dato dalla somma di **miraggi superiori** che avviene quando si ha un'inversione termica dell'aria.

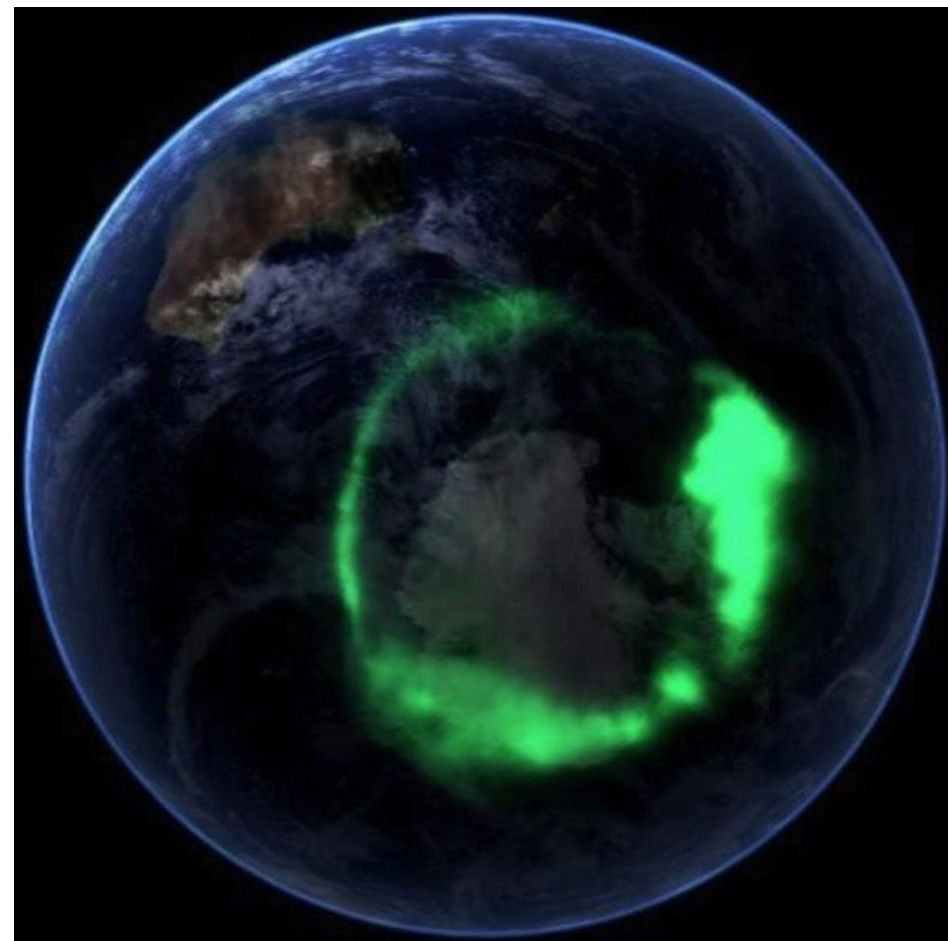


I [miraggi superiori](#) si verificano quando si è in presenza dell'**inversione termica**, una condizione meteorologica in cui l'aria fredda si trova vicino alla superficie rispetto agli strati subito superiori che sono più caldi.



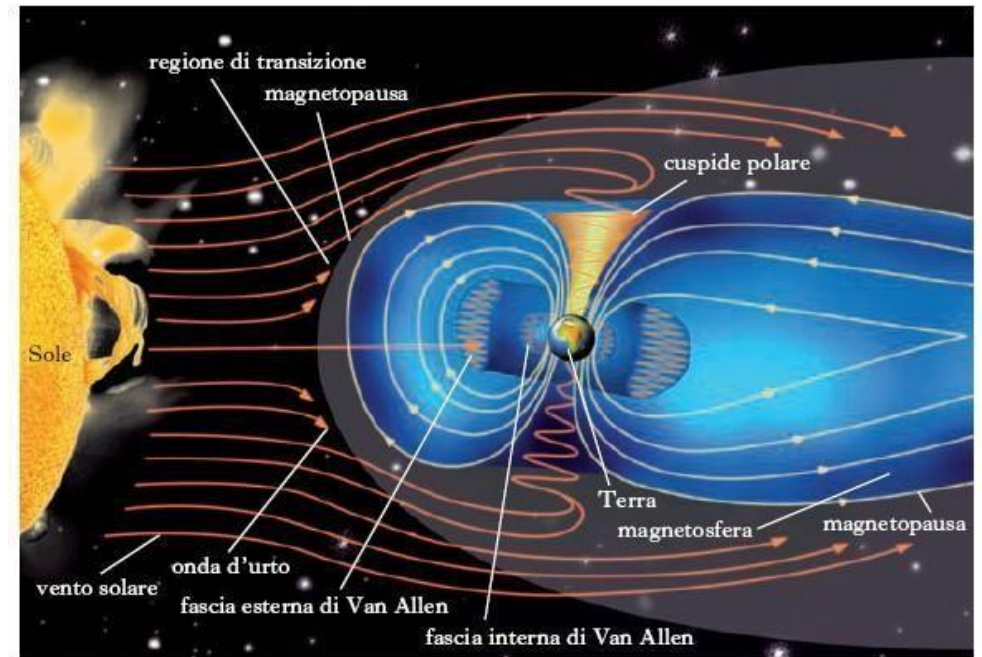
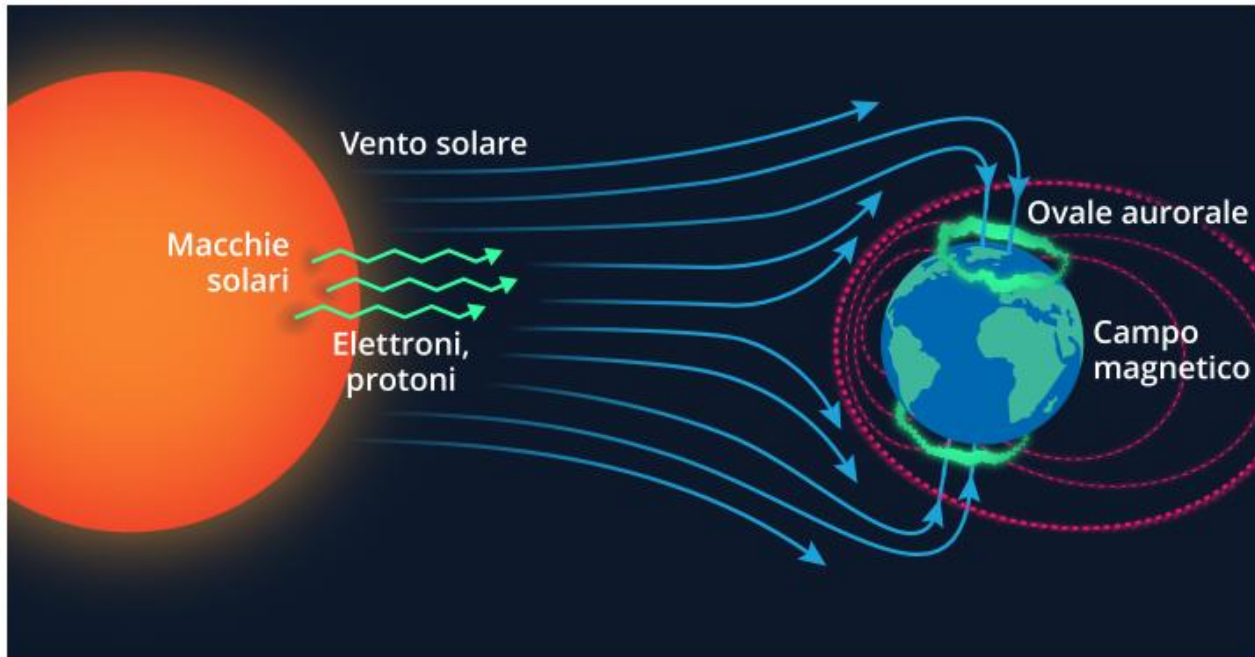


AURORE



L'origine dell'aurora si trova sul [Sole](#), che dista 149 milioni di chilometri dalla [Terra](#). La comparsa di un grande gruppo di [macchie solari](#) è la prima avvisaglia di un'attività espulsiva di massa coronale intensa. Le [particelle](#) energetiche emesse dal Sole viaggiano nello spazio formando il [vento solare](#). Questo si muove attraverso lo spazio interplanetario (e quindi verso la Terra, che può raggiungere in 50 ore) con delle velocità tipicamente comprese tra i 400 e gli 800 [km/s](#). Il vento solare, interagendo con il campo magnetico terrestre detto anche [magnetosfera](#), lo distorce creando una sorta di "bolla" magnetica, di forma simile a una cometa.

La magnetosfera terrestre funziona come uno [scudo](#), schermando la Terra dall'impatto diretto delle particelle cariche ([plasma](#)) che compongono il vento solare. In prima approssimazione queste particelle "scivolano" lungo il bordo esterno della magnetosfera (magnetopausa) e passano oltre la Terra. In realtà, il plasma del vento solare può penetrare dentro la magnetosfera e, dopo complessi processi di accelerazione, interagire con la ionosfera terrestre, depositando **immense quantità di protoni ed elettroni nell'alta atmosfera**, e dando luogo, in tal modo, al fenomeno delle aurore. È da notare che le [zone artiche](#), possedendo una protezione magnetica minore, risultano le più esposte a questo fenomeno e spesso, per qualche giorno dopo l'evento, l'[ozono](#) si riduce circa del cinque per cento.



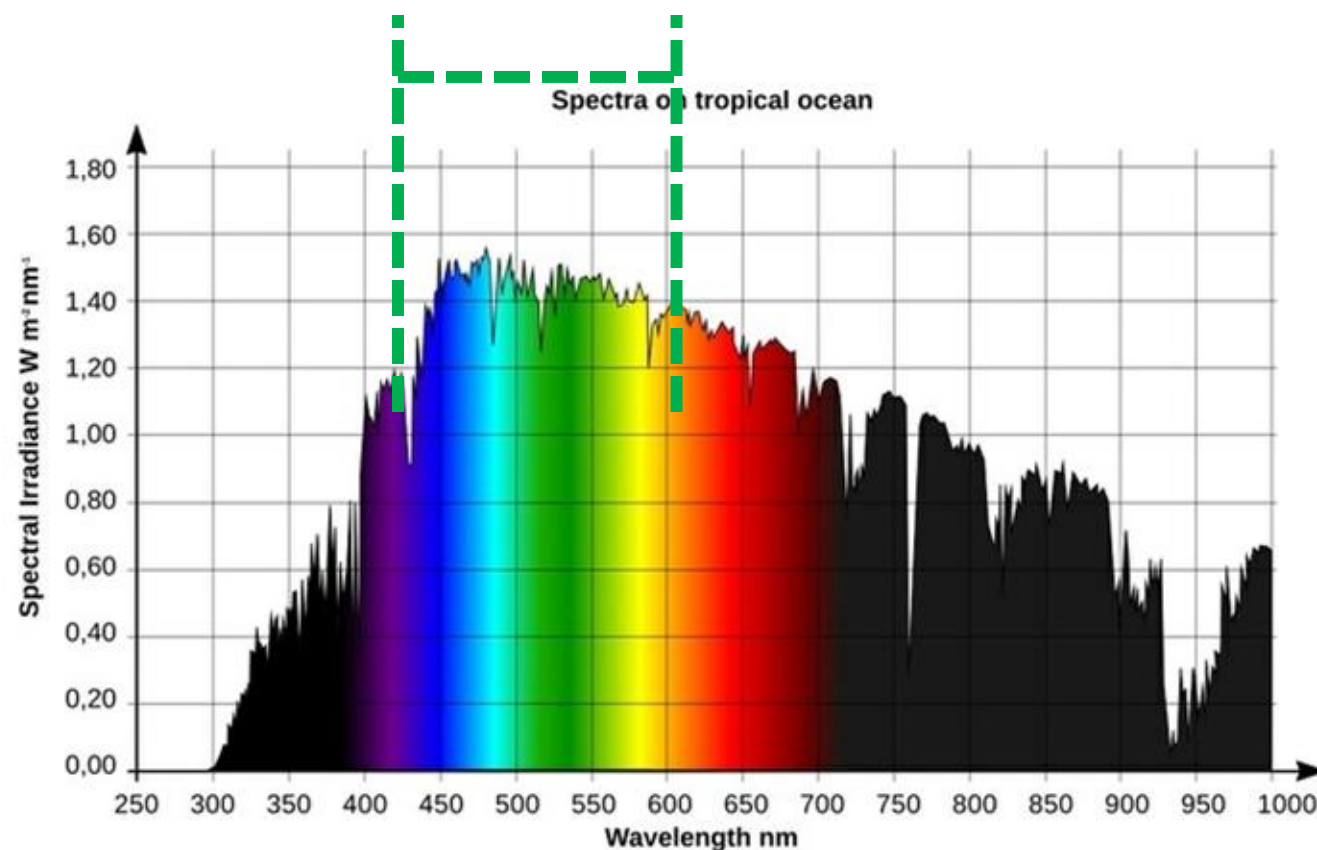
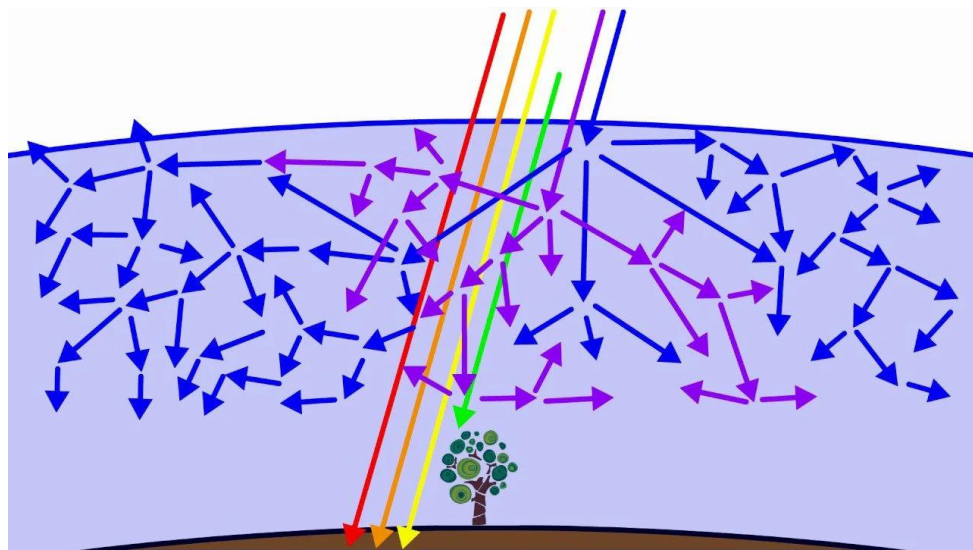


Il colore più comune è il **verde**, emesso dall'ossigeno colpito da elettroni incidenti ad alta energia (e quindi negli strati più bassi dell'atmosfera), mentre per elettroni incidenti a bassa energia l'ossigeno emette luce **rossa**. L'azoto generalmente emette luce **blu**. La fusione di questi colori può portare a presenza di **viola**, **rosa**, **giallo** e **bianco** nelle aurore.

CIELO BLU



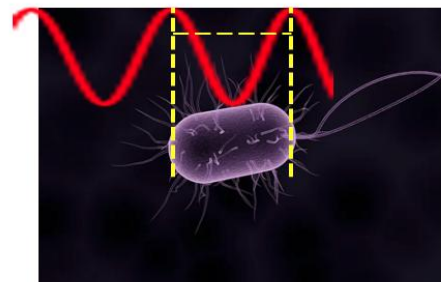
Quando la luce bianca del sole passa attraverso l'atmosfera terrestre, si scontra con le molecole di gas. Queste molecole diffondono la luce ma non tutte le energie/colori della luce si diffondono allo stesso modo. La luce più energetica si diffonde di più e quindi viene diffusa molto di più (circa dieci volte tanto). Quindi i raggi **rossi** passano senza sbattere e raggiungono la terra mentre quelli **blu** cominciano a scontrarsi con le molecole del gas atmosferico.

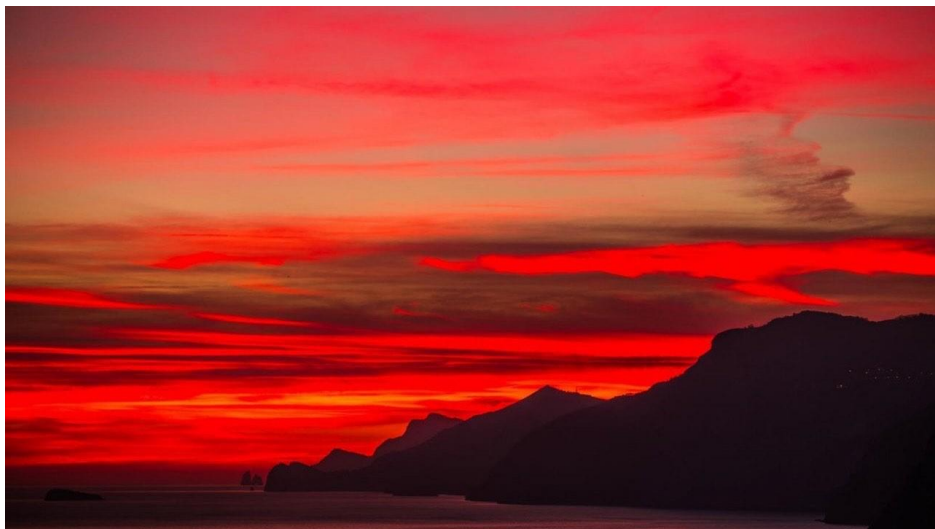


Ma perché la luce più energetica si diffonde di più?

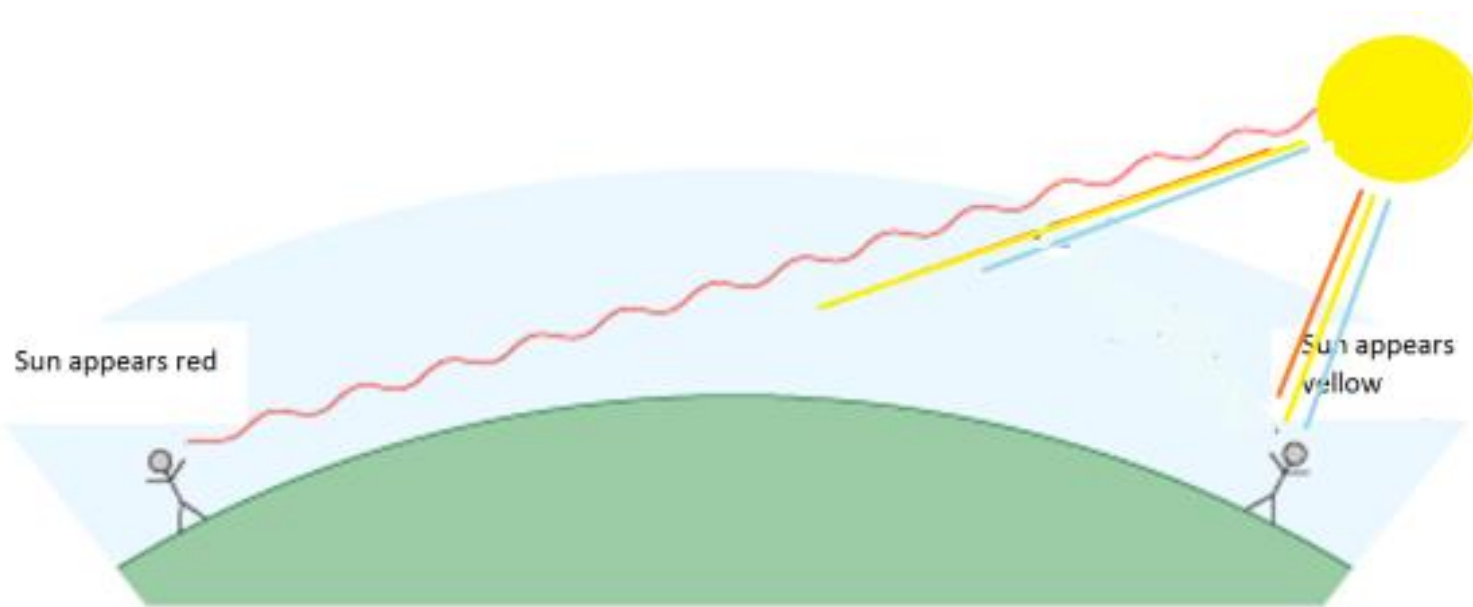
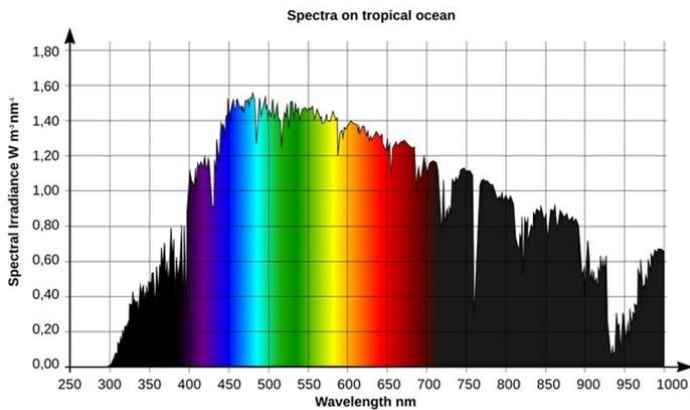
In base alla legge della fisica **lunghezze d'onda maggiori sono diffuse da particelle di grandi dimensioni**. Viceversa, **lunghezze d'onda minori vengono diffuse da particelle più piccole**.

Poiché le particelle nell'atmosfera sono in maniera preponderante di piccole dimensioni, la luce solare che viene maggiormente diffusa è proprio quella azzurra che conferisce il caratteristico colore al cielo. Se ci trovassimo sulla Luna, che è priva di un'atmosfera, vedremmo il cielo nero sia di giorno che di notte come nello spazio: assolutamente nero.





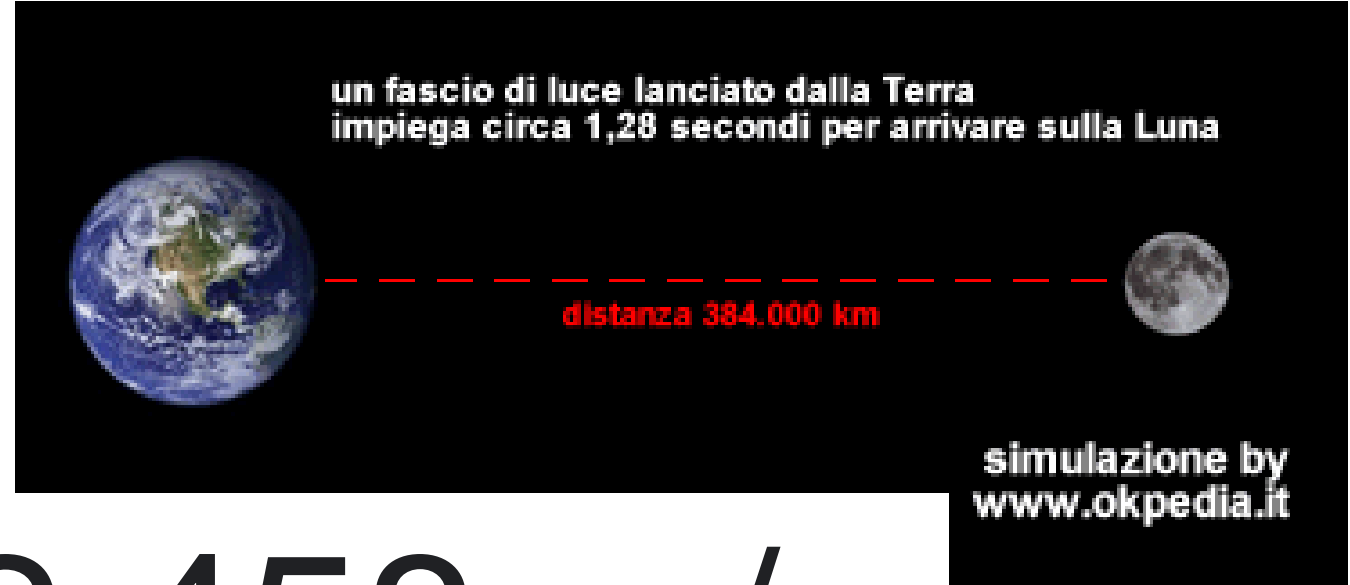
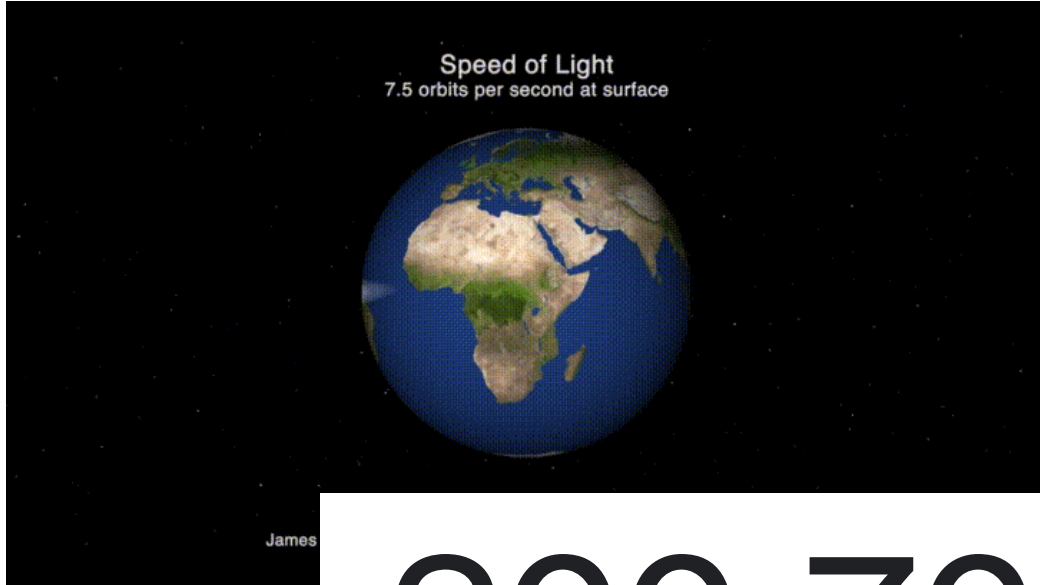
Al tramonto o all'alba i raggi solari attraversano uno spessore maggiore di atmosfera terrestre e dunque incontrano un maggior numero di centri diffusori, cosicché non solo i fotoni **blu**, ma anche quelli **gialli** sono diffusi. Il risultato è che la luce solare è privata di tutte le componenti dello spettro eccetto il **rosso**.



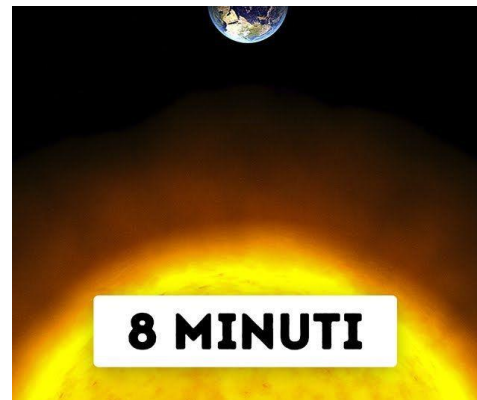


La velocità

della luce



299 792 458 m/s



Grazie per l'attenzione