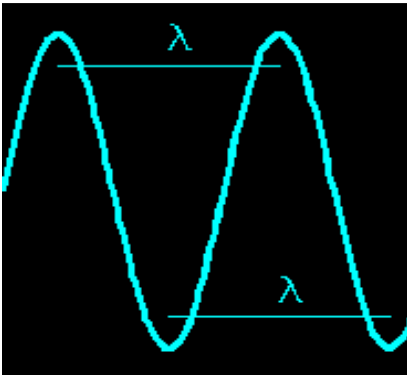


# la luce

Cos'è la luce? Esistono due teorie principali: Sir Isaac Newton descrisse per primo la luce come un'emissione di particelle mentre Christiaan Huygens sviluppò la teoria che la luce si muove come un'onda. Oggi, le due teorie sono essenzialmente complementari. Infatti, a seconda delle condizioni sperimentali, la luce può comportarsi come un insieme di particelle (i fotoni) o come un'onda elettromagnetica.

La luce può dunque essere vista come:

- un'onda che viaggia a velocità costante nel vuoto (la velocità della luce). Quest'onda può essere interpretata come un campo elettromagnetico che oscilla in direzione ortogonale alla direzione di propagazione dell'onda stessa.



$\lambda$  è la *lunghezza d'onda*, cioè la distanza tra due creste.  
La *frequenza*  $\nu$  (o  $f$ ) indica quante creste passano in un punto in un intervallo di tempo di 1 secondo.

La luce è un'onda di tipo particolare, visto che non ha bisogno di un mezzo per propagarsi. Inoltre, la velocità della luce è la velocità massima raggiungibile nel nostro Universo.

- un insieme di particelle chiamate *fotoni* caratterizzate da un'energia  $E$ , una *lunghezza d'onda*  $\lambda$ , una *frequenza*  $\nu$  e una *velocità*  $C$ . Queste quantità sono legate tra loro nei seguenti modi:

$$\begin{aligned} \lambda \nu &= c \\ h \nu &= E \end{aligned}$$

dove  $C$  è la velocità della luce nel vuoto ( $3 \cdot 10^{10} \text{ cm/s}$ )  
e  $h$  è una costante, chiamata costante di Planck.

Da questa formula risulta chiaramente che a frequenze maggiori corrispondono lunghezze d'onda minori ed energie maggiori. Per questo motivo, i raggi X sono esempi di radiazioni ad alte frequenze ed alte energie mentre le onde radio possono essere considerate onde a lunghezza d'onda maggiore e dunque a bassa energia...

# Leggi di ottica

## Rifrazione

La luce viaggia in linea retta.

Quando la luce attraversa la superficie di separazione di due diversi mezzi trasparenti (per esempio acqua e aria) essa devia, formando un angolo con la linea retta: questo fenomeno si chiama **rifrazione**.

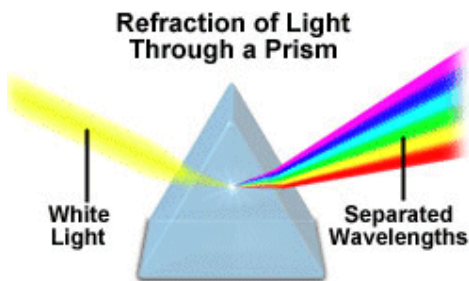
In termini piu' tecnici, un mezzo e' identificato da una grandezza chiamata indice di rifrazione che indica come la luce viaggia nel mezzo (l'indice N dipende dalla velocita' di propagazione della luce nel mezzo con la formula sottostante). La rifrazione ha luogo quando la luce si trova a passare da un mezzo con un certo indice di rifrazione a un secondo mezzo, con N diverso....

$$N = \frac{c}{V}$$

N e' l'indice di rifrazione, c e V sono rispettivamente le velocita' della luce nel vuoto e nel mezzo considerato

materiale	N indice di rifrazione
aria	1.0003
acqua	1.33
vetro	1.52

La rifrazione e' responsabile di un gran numero di fenomeni, come per esempio l'apparente distorsione che subiscono gli oggetti parzialmente immersi nell'acqua. I raggi che provengono dall'acqua vengono rifratti dalla superficie dando l'illusione di essere piu' vicini di quanto gli oggetti non siano realmente. Un esempio eccellente puo' essere una cannuccia immersa in un bicchiere d'acqua...

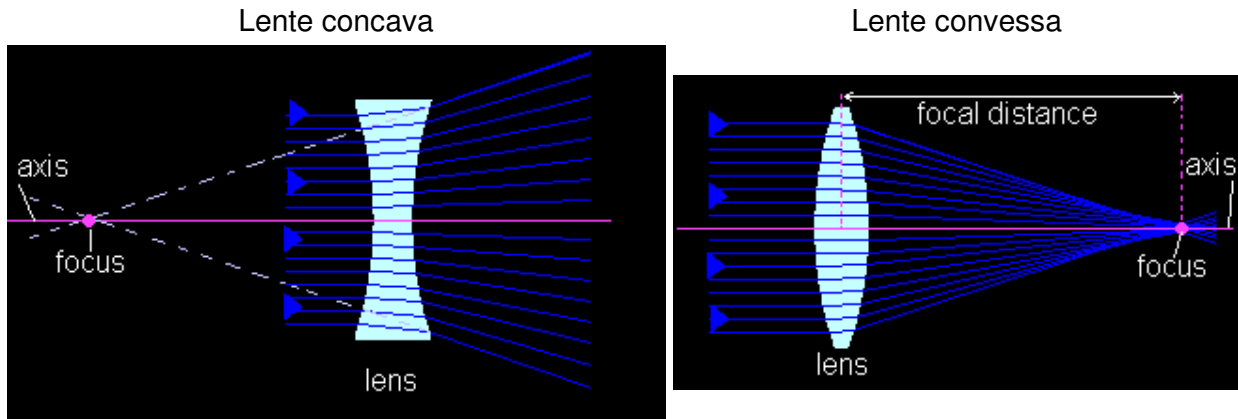


Una seconda importante caratteristica della rifrazione e' la dipendenza dalla lunghezza d'onda dell'angolo di rifrazione. In altre parole, le diverse lunghezze d'onda che compongono la luce bianca (spettro) sono rifratte diversamente: le radiazioni rosse sono meno deviate mentre le blu vengono piu' deviate.

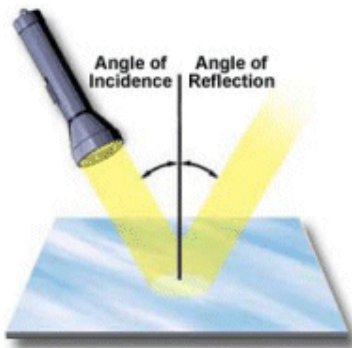
Per questa ragione, quando la luce attraversa un prisma, viene scomposta in un arcobaleno. Allo stesso modo, quando la luce di una stella e' osservata da un telescopio rifrattore, viene affetta da aberrazione cromatica (aberrazione)...

## Lenti

Una lente e' un disco di vetro delimitato da due superfici normalmente sferiche. Il fuoco e' il punto dove viene focalizzato un fascio di raggi di luce paralleli all'asse. La distanza tra il fuoco e la lente e' chiamata focale o distanza focale. Una lente puo' essere convessa per convergere i raggi o concava per divergerli.



## Riflessione



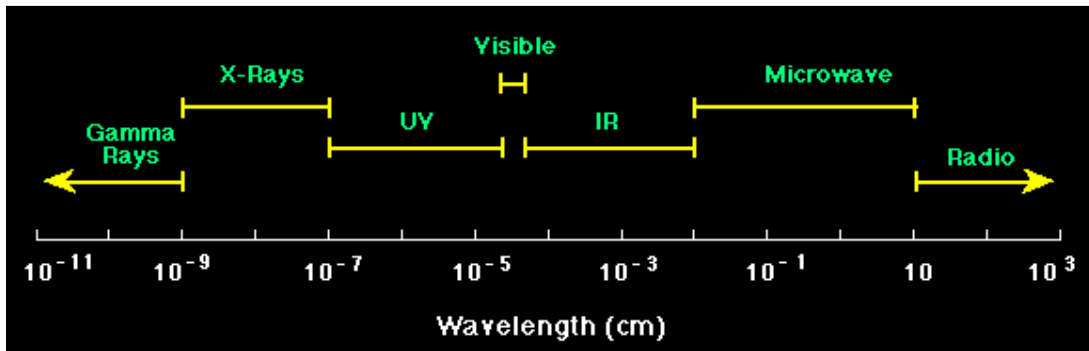
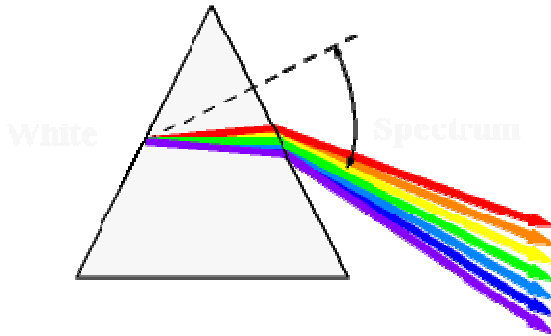
La riflessione ha luogo quando la luce incontra una superficie riflettente, come uno specchio, per esempio, nel caso in cui si illumini uno specchio con una torcia... L'angolo incidente e l'angolo di riflessione (indicati in figura) devono essere uguali, per una legge chiamata **legge di riflessione**.

E' importante notare che la luce non viene separata nei suoi componenti di colori diversi, visto che tutto le lunghezze d'onda sono riflesse di uno stesso angolo. Per questa ragione, gli specchi non presentano aberrazione cromatica.

## Cos'è lo spettro elettromagnetico?

Normalmente, la luce bianca può essere scomposta in un insieme di lunghezze d'onda (vedi fiche tecnica sulla luce: lunghezza d'onda) usando un prisma (vedi fiche tecnica sulla luce: rifrazione). In questo caso la luce forma uno **spettro**, che può essere definito come l'intensità della radiazione in funzione della lunghezza d'onda.

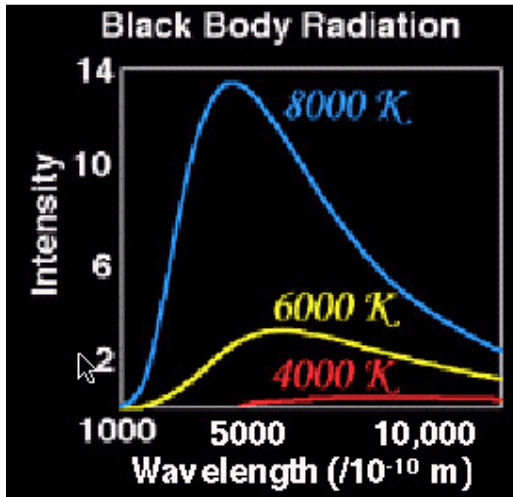
La luce visibile è solo quella parte dello spettro elettromagnetico che va dal violetto (una lunghezza d'onda di circa 35 milionesimi di cm), fino al rosso a 75 milionesimi di cm. Le frequenze maggiori sono chiamate ultraviolette e raggi X, mentre le minori corrispondono all'infrarosso (vedi fiche tecnica sulla luce: infrarosso) e alle onde radio.



Cos'e' la radiazione Infrarossa? (O cos'e' un corpo nero?)

E' importante capire che tutti i corpi emettono una radiazione propria, anche se non visibile, chiamata emissione infrarossa, che dipende dalla temperatura del corpo stesso.

## Il Corpo nero



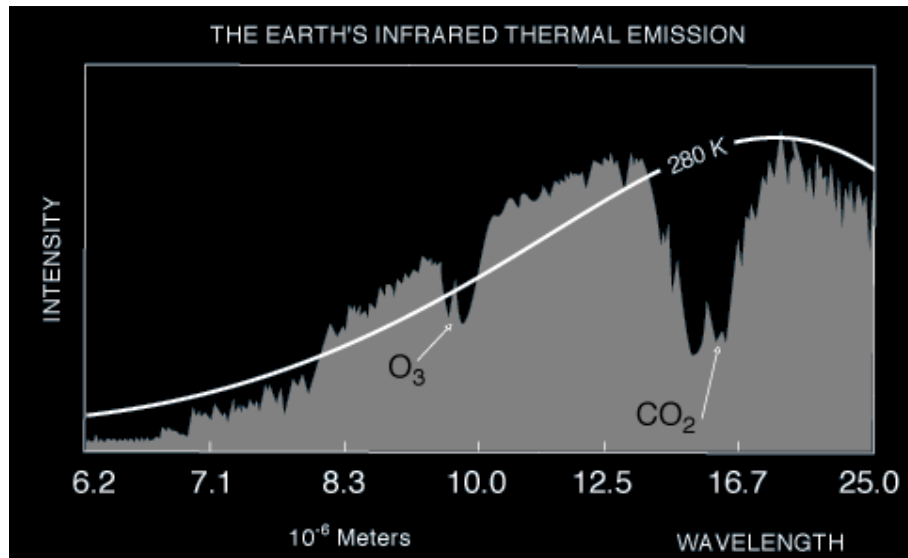
La radiazione emessa da un qualsiasi oggetto segue approssimativamente una legge teorica chiamata **legge di Planck**. La Legge di Planck descrive l'andamento dell'intensita' dell'emissione di un **corpo nero**, cioe' di un oggetto teorico che corrisponde a un emettitore perfetto.

La radiazione di corpo nero dipende in modo determinante dalla temperatura del corpo (nella figura a sinistra, l'emissione di corpo nero per 3 corpi a temperatura crescente: 4000K, 6000K and 8000K).

## La radiazione IR

Normalmente, la temperatura di corpi celesti freddi (cioe' pianeti, asteroidi...) e' tale da rendere massima nella banda dell'infrarosso l'emissione del corpo. Per questa ragione, la radiazione dovuta essenzialmente alla temperatura del corpo in questione viene chiamata **radiazione infrarossa o radiazione termica**.

Un esempio interessante dell'emissione termica puo' essere lo spettro di emissione della Terra. Nella figura, si puo' vedere lo spettro sperimentale della Terra a confronto con la radiazione di corpo nero di un oggetto a 280K (la temperatura della Terra). Nello spettro, e' anche possibile individuare le righe di assorbimento dovute all'ossigeno e al  $\text{CO}_2$  presenti nell'atmosfera...



## L'emissione spettrale di un corpo celeste

### Assorbimento e scattering

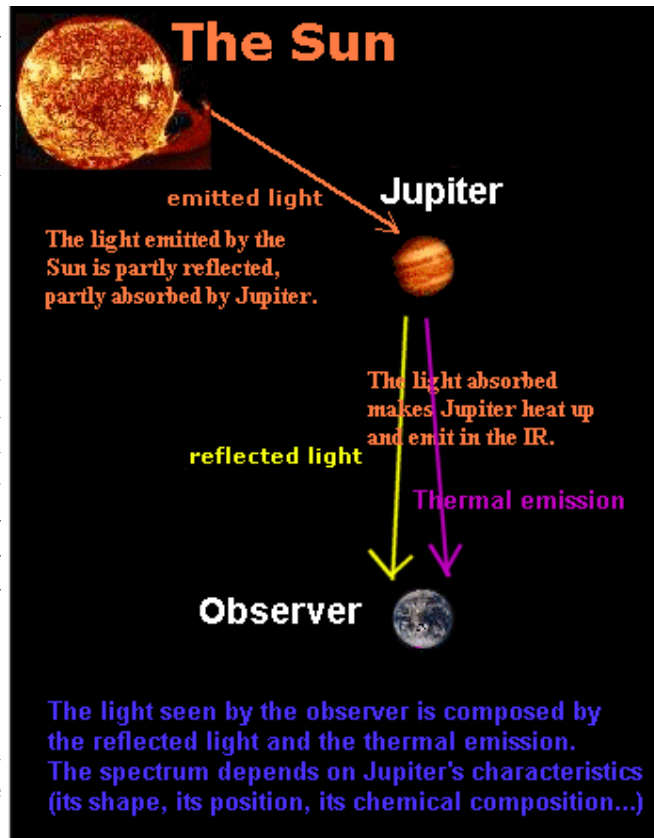
Quando la luce colpisce un oggetto, essa viene assorbita o riflessa ("scattered"). Normalmente, tutta la luce assorbita dall'oggetto contribuisce a riscaldarlo. Alcune lunghezze d'onda (vedi fiche tecnica sulla luce: lunghezza d'onda) sono però assorbite meglio di altre, dando all'oggetto il suo colore.

### Albedo

La luce viene riflessa o assorbita in funzione delle caratteristiche chimiche e fisiche del corpo. Per esempio, una superficie di carbone assorbirà la maggior parte della luce mentre uno specchio rifletterà quasi tutta la luce che cade sulla sua superficie. Questa proprietà del materiale viene chiamata *albedo*.

### Emissione infrarossa (o termica)

È importante sapere che ogni corpo emette una sua radiazione chiamata **emissione infrarossa** (vedi fiche tecnica sulla luce: emissione infrarossa). Quando un corpo è illuminato da una fonte di luce, esso ne assorbe una parte, aumentando la sua temperatura e dunque cambiando il suo spettro IR...



## Spettro di emissione di Giove

Da questi semplici concetti e' facile capire la composizione di una radiazione spettrale emessa da un oggetto come il pianeta Giove illuminato dalla luce del sole. Nella figura sottostante, lo spettro del pianeta e' stato scomposto nella sua radiazione termica (che corrisponde alla temperatura dell'oggetto) e nella parte riflessa dallo spettro del sole (la luce incidente e' rappresentata in giallo).

