

## Le Onde.

Se osserviamo una goccia di pioggia che cade in una pozzanghera o un sassolino gettato in uno stagno, notiamo che in tali casi, dal punto in cui la goccia ed il sassolino sono caduti, si dipartono nell'acqua delle increspature di forma circolare, che si vanno allargando man mano che si allontanano dal punto di impatto del sassolino.

Nel linguaggio comune si dà a tali increspature il nome di "onde". Anche in fisica si usa dire che la goccia o il sassolino, colpendo la superficie dell'acqua, provocano un'onda.

Anzi più correttamente si afferma che la perturbazione da loro prodotta, nell'impatto con la superficie dell'acqua si propaga con moto ondoso.

Molteplici sono i fenomeni ondulatori osservabili in natura, pensiamo **alla nostra voce che si diffonde per effetto delle onde sonore**, agli **effetti più o meno devastanti di un terremoto** che sono la conseguenza di particolari **onde dette "sismiche"**; ai **raggi solari** che, liberandosi dalla superficie solare per poi arrivare sulla Terra, raffigurano **onde elettromagnetiche**.

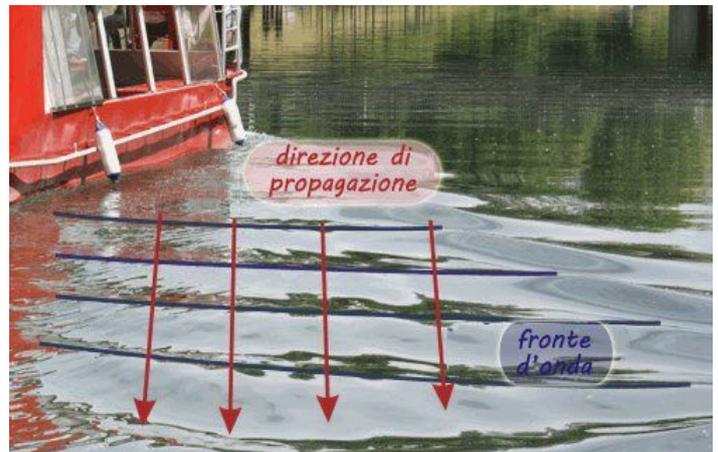
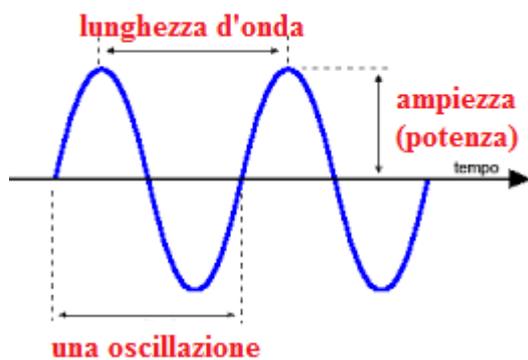
Inoltre determinati tipi d'onde, sono utilizzate sia per fini scientifici che pratici, basti pensare all'impiego d'ultrasuoni per i sonar che scandagliano i fondali marini e l'utilizzo di tecniche diagnostiche come l'ecografia, oppure la vasta gamma di utilizzo delle onde elettromagnetiche (dalle onde radio alle microonde fino ad arrivare al laser).

Per definire in maniera completa il moto ondoso conviene introdurre i concetti di: **lunghezza d'onda, velocità, ampiezza dell'onda, periodo e frequenza dell'onda**, mentre per rappresentare graficamente un'onda, utili sono i concetti di fronte d'onda e raggio dell'onda.

**La lunghezza di un'onda** ( $\lambda$ ) è la distanza che intercorre tra due creste o due ventri consecutivi, mentre il **periodo** (T) è il tempo necessario affinché un'onda si trovi a ripercorrere la medesima posizione. Il rapporto fra queste due grandezze definisce la **velocità** dell'onda ( $v = \lambda / T$ ).

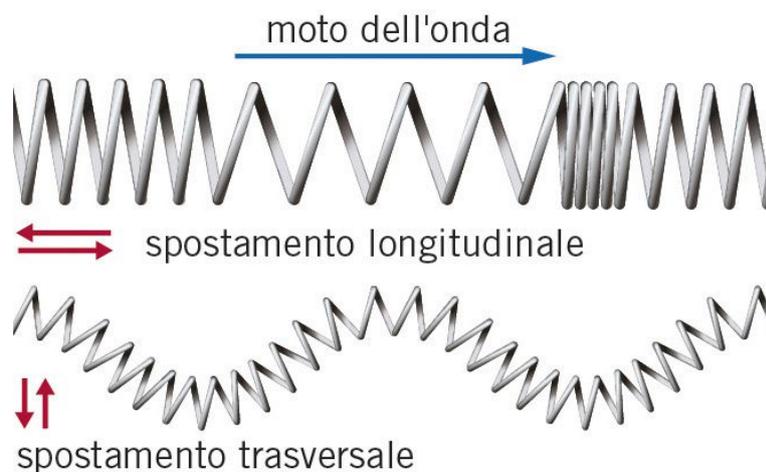
**L'ampiezza** di un'onda è il massimo spostamento subito dall'onda (può essere quantificato come la distanza tra il ventre (o la cresta) e la retta che individua lo spostamento nullo), mentre **la frequenza** è intesa come il numero d'onde che passano per un punto nell'unità di tempo e si misura in HZ (Hertz), invece **il fronte d'onda** può essere immaginato come quella superficie definita dai punti che sono equidistanti dalla sorgente;

infine il **raggio di un'onda (direzione di propagazione)**, rappresenta quella semiretta che parte dalla sorgente e si unisce in modo perpendicolare al fronte d'onda.



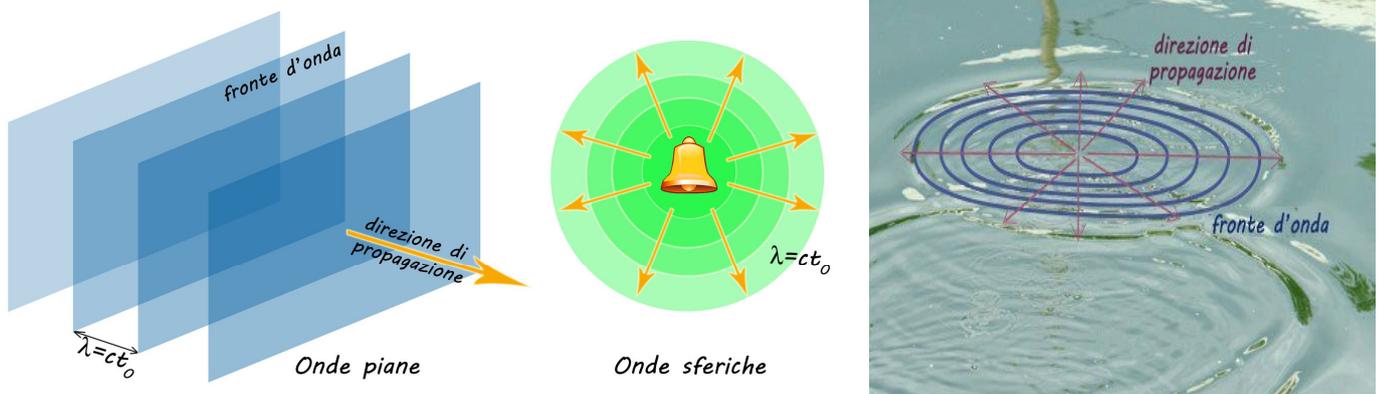
Le onde **possono essere classificate in diversi modi**, secondo la proprietà che si vuole evidenziare.

In base al *modo in cui si propagano* si distinguono in **onde trasversali**, che vibrano perpendicolarmente alla direzione di propagazione (sono onde trasversali le onde del mare e le onde S che si liberano in seguito ad un terremoto) e **onde longitudinali** che vibrano in direzione parallela alla direzione di propagazione (tipici esempi sono le onde sonore che si sviluppano attraverso compressioni e rarefazioni dell'aria e le onde P che si liberano in seguito ad un terremoto).



Se si vuole mettere in risalto la presenza di un mezzo di propagazione distinguiamo **le onde meccaniche** che necessitano di tale mezzo di propagazione e **le onde elettromagnetiche** che si sviluppano anche nel vuoto.

Ancora, se la distinzione è fatta in relazione *alla forma del fronte d'onda* si hanno **onde piane** dove tale fronte è una retta (s'immagini le onde generate da una lamina in un ondoscopio), **onde circolari** se il fronte è una circonferenza (un esempio tipico è il sassolino gettato in acqua) oppure possiamo avere **onde sferiche** dove il fronte d'onda è una sfera (un caso tipico sono le onde elettromagnetiche solari che si dipartono in tutte le direzioni).

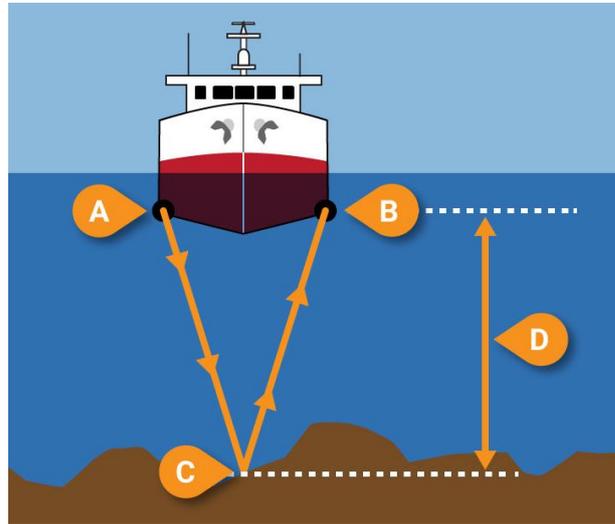


**L'interazione delle onde con i corpi solidi e con altre onde** porta alla formazione di fenomeni tipicamente ondulatori che vanno sotto il nome di **riflessione, rifrazione, diffrazione ed interferenza**.

**La riflessione** è quel fenomeno per il quale quando un'onda incide su di una superficie solida una parte di essa viene riflessa. Le onde che si prestano in maniera chiara al fenomeno della riflessione sono le onde acustiche o sonore. Basti pensare ai fenomeni dell'eco e del rimbombo che basano la loro azione su questo particolare aspetto ondulatorio.

Come applicazione della riflessione del suono è importante citare il pocanzi menzionato **scandaglio acustico**. Quest'ultimo è un dispositivo che consente l'individuazione d'oggetti mediante la riflessione degli ultrasuoni. Con tale apparecchio si inviano brevi impulsi di ultrasuoni, i quali, una volta riflessi da un ostacolo ritornano al dispositivo di partenza. Misurando il tempo che intercorre tra l'emissione e la ricezione del segnale acustico e conoscendo la velocità del suono nel mezzo considerato, è possibile calcolare la distanza dell'ostacolo.

Un tale strumento, montato a bordo di una nave, consente di misurare le profondità marine, di disegnare il profilo dei fondali, di individuare banchi di pesci, sommergibili, ecc.



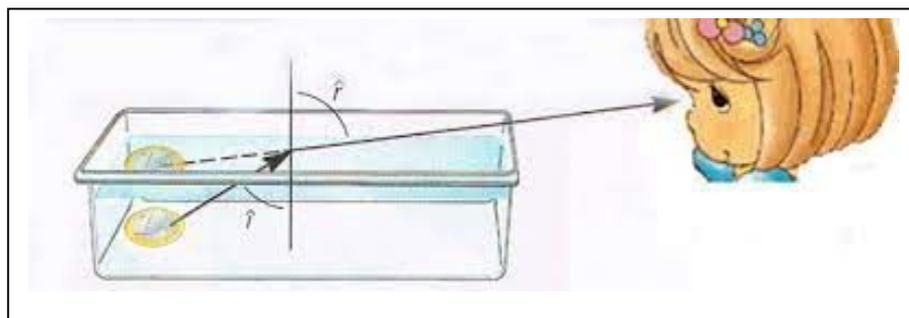
Un altro esempio di sfruttamento del fenomeno della riflessione degli ultrasuoni è fornito dai pipistrelli. Questi ultimi si orientano nel volo e localizzano oggetti captando la riflessione degli ultrasuoni da essi stessi emessi. Con questa tecnica riescono ad individuare con precisione assoluta qualunque oggetto, anche di dimensioni piccolissime, come, per esempio, un insetto. Allo stesso modo emettendo impulsi ultrasonici che, una volta riflessi dall'ostacolo, captano con il loro orecchio, si orientano con sicurezza nel volo. Gli ultrasuoni sono quelle onde acustiche che superano i 20.000 HZ di frequenza, mentre si definiscono infrasuoni quelle onde acustiche che sono inferiori ai 20 HZ.

Sia gli ultrasuoni sia gli infrasuoni sono onde non percepibili dall'orecchio umano poiché quest'ultimo è capace di captare onde che hanno un campo di frequenza che va dai 20 ai 20.000 HZ.

**La rifrazione** è un fenomeno ondulatorio secondo il quale, quando un'onda che viaggia in un certo mezzo incontra un altro mezzo, questa subisce sia una brusca deviazione sia una variazione di velocità nell'attraversare il nuovo mezzo.

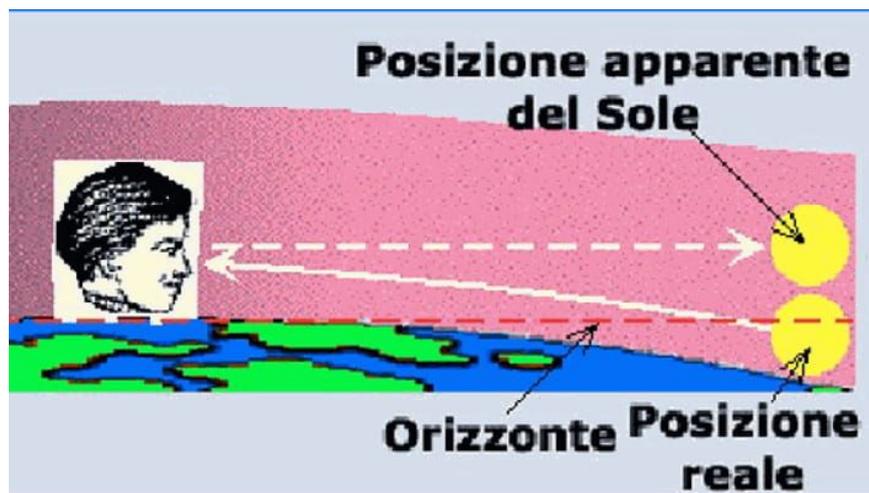
**Il fenomeno della rifrazione** può essere bene inteso con **il seguente esperimento**.

Poggiamo una moneta sul fondo di una vaschetta vuota e poi allontaniamoci di qualche passo fintantoché la moneta non sarà più visibile. Se, mantenendo ben ferma la testa, facciamo versare lentamente dell'acqua ad un nostro amico nella vaschetta, notiamo che la moneta diventa visibile, quasi come se fosse venuta a galla.



Il fenomeno è dovuto al fatto che la luce, propagandosi in maniera retta, ha incontrato la superficie di separazione tra l'aria e l'acqua subendo una brusca deviazione. Ne deriva che se inizialmente i raggi luminosi incontravano il bordo della vaschetta non permettendo la visione, adesso essi, previa rifrazione, hanno intercettato la moneta rendendola visibile.

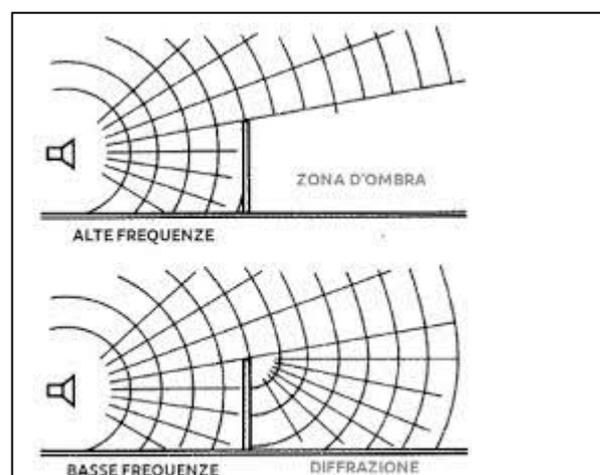
**Un altro caso dell'effetto della rifrazione** è rappresentato dal Sole, che rimane visibile nel cielo per lungo tempo anche se esso si trova oltre l'orizzonte. In questo caso i raggi solari, attraversando l'atmosfera, vengono rifratti facendo credere all'osservatore che il Sole si trovi ancora sopra l'orizzonte.



**La diffrazione** è la capacità che hanno le onde di aggirare gli ostacoli. Il fenomeno della diffrazione è limitato da un'importante condizione, ovvero la lunghezza dell'onda deve essere paragonabile alle dimensioni dell'ostacolo. Il problema può essere meglio illustrato attraverso la seguente osservazione:

Se s'irradiano onde elettromagnetiche davanti ad un ostacolo di dimensioni paragonabili alla lunghezza dell'onda avremo che queste ultime aggireranno l'ostacolo.

Se invece le onde hanno una lunghezza assai più piccola delle dimensioni dell'ostacolo si creerà una zona dove le onde non passeranno, **detta zona d'ombra**.



Per spiegare *l'interferenza* conviene prima fare un'esperienza.

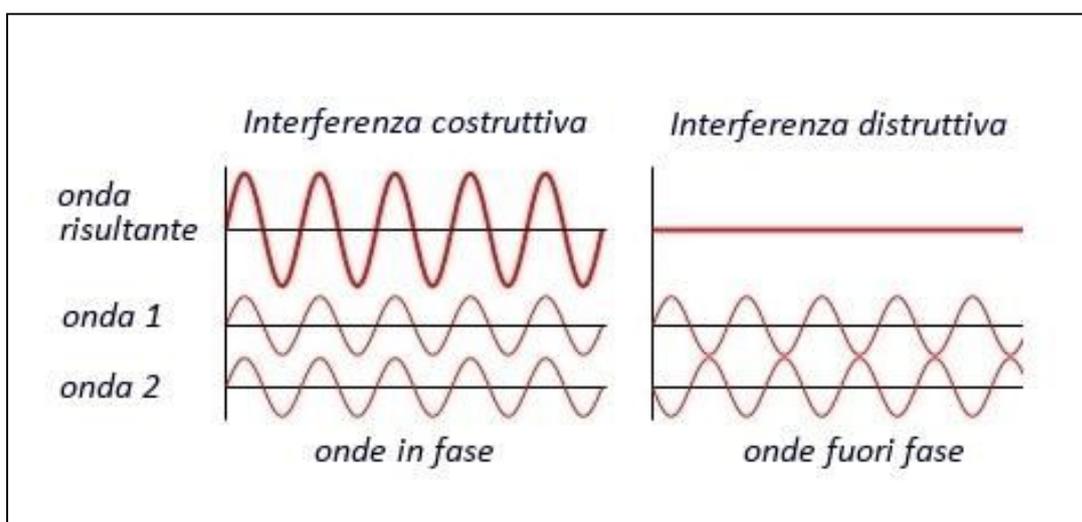
Consideriamo una fune che è sollecitata sia da un lato che dall'altro. In entrambi i casi, si nota l'avanzamento di un'onda nelle due direzioni e si vede che tali onde si attraversano senza subire modifiche. Nel punto in cui le onde si compenetrano si produce un'onda risultante data dalla sommatoria degli spostamenti delle singole onde. Questa proprietà additiva delle onde, di portare il proprio contributo, indipendentemente dalle onde interagenti è detta **principio di sovrapposizione**.

Attraverso tale principio le onde possono, quindi, "interferire" fra di loro rafforzandosi o elidendosi a vicenda, in particolare è possibile notare che quando due onde vengono ad interagire fra loro ed hanno le creste ed i ventri che possono sovrapporsi, esse generano un'onda risultante avente un'ampiezza pari alla sommatoria delle ampiezze delle onde iniziali.

Se invece l'interazione avviene fra onde che non possono sovrapporre le loro creste ed i loro ventri, come risultato si avrà un'onda risultante, data dalla differenza delle ampiezze delle onde interagenti.

A questo punto è interessante notare che quando due onde di pari ampiezza, interagendo, non possono sovrapporsi, la differenza fra le ampiezze dà un valore nullo e quindi il fenomeno ondulatorio si annulla.

In generale al primo fenomeno di interazione si dà il nome di **interferenza positiva** o costruttiva, mentre al secondo si dà il nome di **interferenza negativa** o distruttiva.



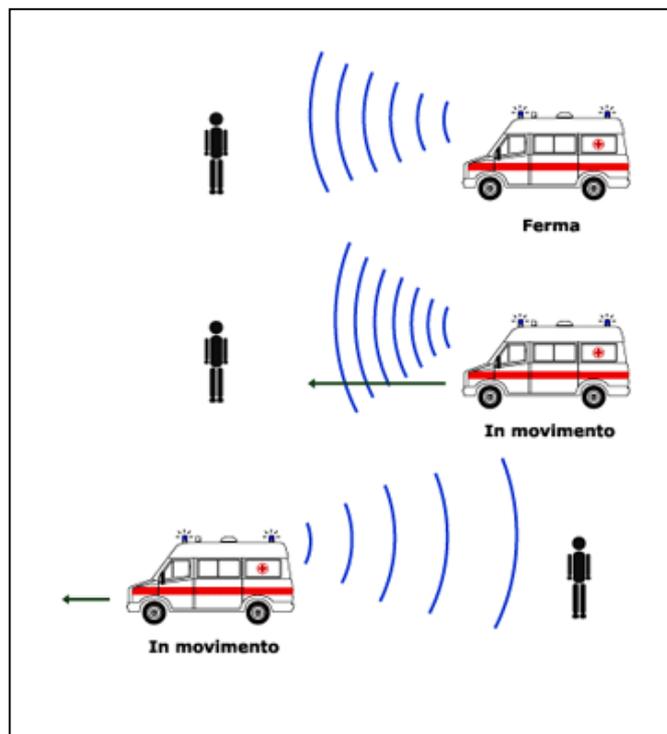
Un altro interessante fenomeno tipicamente ondulatorio è il cosiddetto "effetto Doppler"; quest'ultimo è reso palese attraverso la seguente esperienza.

Se prendiamo in considerazione una sorgente sonora S e un ricevitore R e misuriamo la frequenza del segnale raccolto dal ricevitore e la frequenza del segnale emesso dalla sorgente, notiamo che si hanno i medesimi valori.

Nel momento in cui la sorgente o il ricevitore sono in movimento, accade però che le due frequenze non sono più uguali.

Un caso comune legato all'effetto doppler è quello che succede ad una persona ferma su un marciapiede e davanti alla quale passi un'auto, che suona un clacson. Il suono diventa sempre più acuto man mano l'auto si avvicina, mentre diventa sempre più grave man mano l'auto si allontana.

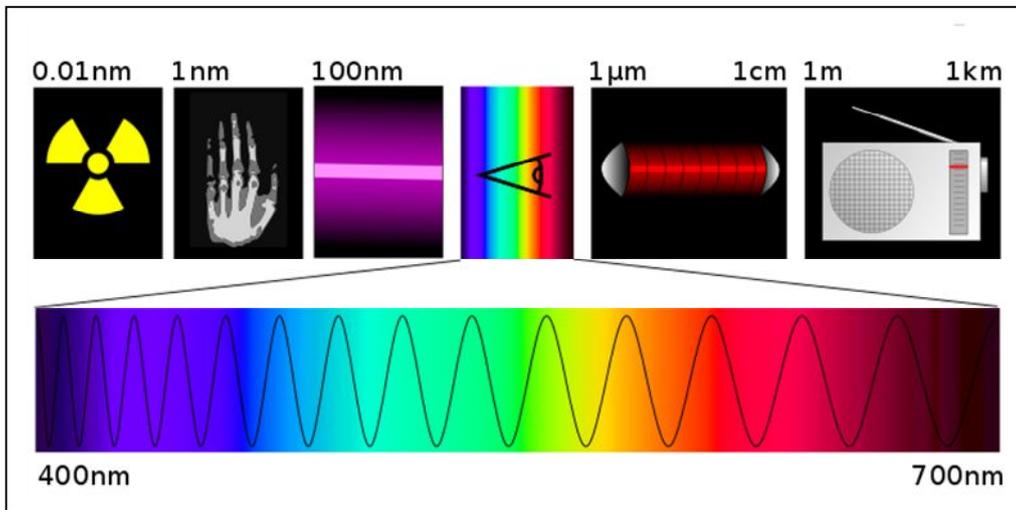
L'effetto doppler avviene ogni volta che la sorgente o il ricevitore sono in movimento.



In campo astronomico tal effetto ha importanti applicazioni, perché consente di stimare la distanza e la velocità d'allontanamento degli oggetti luminosi rispetto alla Terra.

Si pensi che la luce di una stella può essere scomposta (attraverso uno strumento detto prisma di Fraunhofer) ed osservata nelle sue diverse colorazioni, che corrispondono ciascuna ad una determinata lunghezza d'onda.

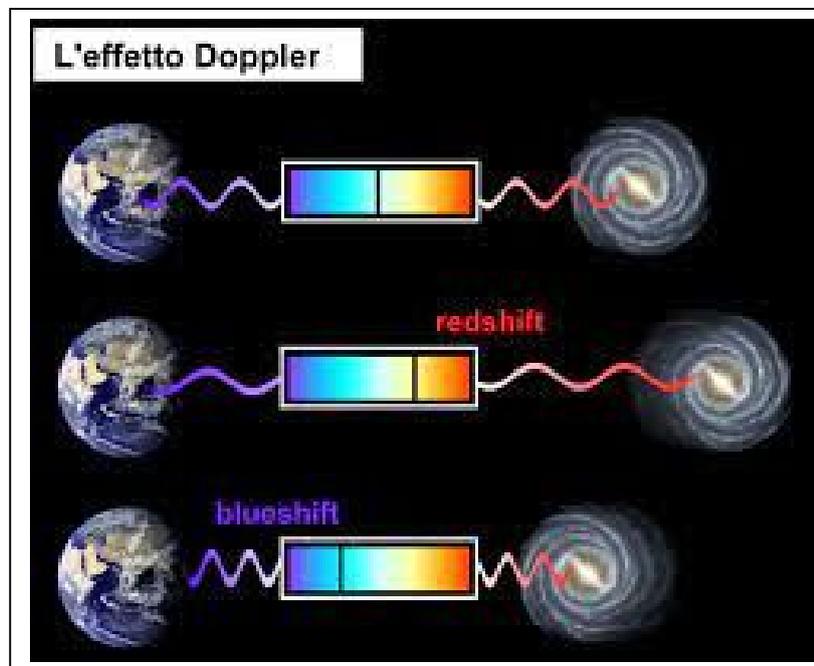
Questa scomposizione genera il cosiddetto spettro stellare. Lo spettro è formato da colori che vanno dal rosso, giallo, arancio, verde, blu, indaco, violetto.



Quando un oggetto luminoso, si allontana da noi, mostra un colore leggermente più rosso di quello che ha in realtà. Quest'effetto è imputabile al fatto che le onde sono come se fossero stirate ed allontanate. Di conseguenza nello spettro si osserva uno spostamento verso il rosso ed il fenomeno è detto red shift.

Se l'oggetto si avvicina a noi le righe dello spettro si spostano più vicino al violetto e l'oggetto ci appare più blu di quanto non lo sia. È come se le lunghezze d'onda fossero schiacciate ed accorciate.

In base allo spostamento che subisce lo spettro di una stella è possibile determinare la velocità d'allontanamento, ed anche la distanza della Stella dalla Terra.



**Le diverse onde elettromagnetiche che si conoscono differiscono le une dalle altre per la lunghezza d'onda e la frequenza, dalle quali dipendono le loro proprietà.**

**Tra le differenti onde elettromagnetiche** conosciute distinguiamo:

- **Le radioonde**, (o onde radio) caratterizzate da una grande lunghezza d'onda, sono utilizzate per le comunicazioni su grandi distanze.
- **Le microonde** (minore lunghezza d'onda) sono utilizzate per comunicazioni spaziali e radar.
- **I raggi infrarossi**, che trasmettono calore per irraggiamento, sono utilizzati in campo medico per la cura di malattie reumatiche, inoltre l'emissione infrarossa da parte del corpo umano è utilizzata per rilevare la presenza di zone calde e consentire diagnosi precoci del cancro.
- **La luce** è la radiazione che è percepita dall'occhio umano. Essa assume varie colorazioni a seconda della sua lunghezza d'onda, più precisamente si va dal rosso al violetto con il diminuire di tale lunghezza.
- **I raggi ultravioletti** sono radiazioni inviate dal Sole sulla Terra, questi, solo in parte riescono ad attraversare l'atmosfera perché quest'ultima funge da filtro nei loro confronti. Se così non fosse, le radiazioni ultraviolette potrebbero essere molto pericolose per la salute dell'uomo. In modesta quantità, invece, hanno effetti benefici, soprattutto perché stimolano la produzione di vitamina "D", importantissima per la crescita delle ossa.
  - **Infine vi sono i raggi X ed i raggi gamma** che hanno delle applicazioni fondamentali in medicina; basti pensare alle tecniche di indagine radiologiche che si basano appunto sulle proprietà dei raggi X, oppure alla loro azione nei confronti delle cellule cancerose. Tuttavia esse devono essere utilizzate con parsimonia perché possono, a loro volta, favorire l'insorgere di cellule cancerose.

