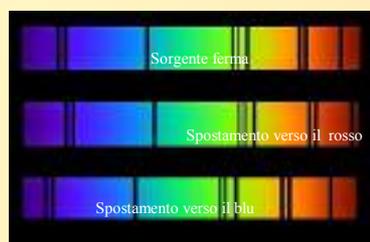
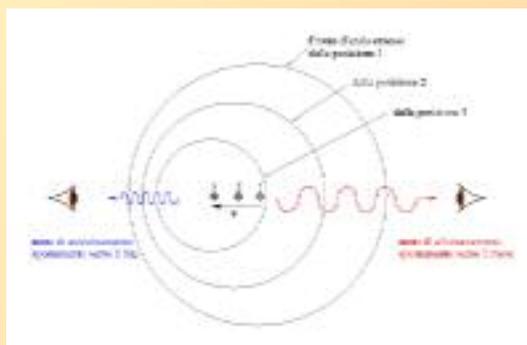


L'effetto Doppler e il Redshift

Lo spettro elettromagnetico che riceviamo da corpi celesti è come un codice a barre che ci rivela molteplici informazioni non solo sulla loro composizione chimica e struttura ma anche sul loro moto. Si è così scoperto che le galassie si allontanano da noi a una velocità sempre maggiore all'aumentare della loro distanza. Questa fondamentale scoperta portò all'ipotesi di un Universo in espansione, e segnò la nascita della Cosmologia moderna.

Nel 1842 Christian Doppler scoprì un effetto che porta il suo nome, e che causa alcuni fenomeni che osserviamo in astrofisica ma anche nella vita quotidiana. Ad esempio, fermi al passaggio di un treno ne udiamo il fischio farsi più acuto mentre il treno si avvicina, e poi più grave via via che si allontana da noi. Mentre il treno si avvicina le onde sonore emesse a istanti successivi impiegano sempre meno tempo a raggiungerci, la sensazione è una *compressione* della lunghezza d'onda. Quando il treno si allontana il suono risulta *dilatato*, la lunghezza d'onda percepita aumenta. L'effetto Doppler è dunque un cambiamento apparente della lunghezza d'onda percepita da un osservatore fermo rispetto alla sorgente delle onde.

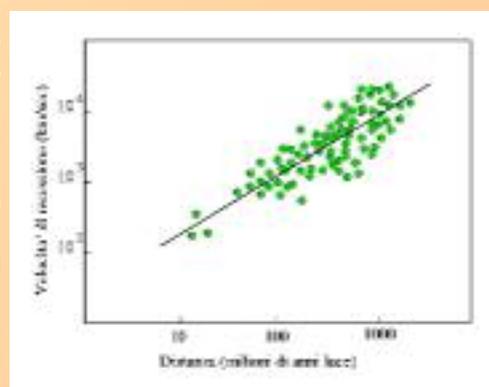
Lo stesso principio si applica alle onde elettromagnetiche: la lunghezza d'onda emessa da una sorgente che si allontana viene percepita come se fosse più grande di quella effettivamente emessa, e si ha il cosiddetto *spostamento verso il rosso*. Al contrario se la sorgente si avvicina percepiamo uno *spostamento verso il blu* della lunghezza d'onda della radiazione (figura a destra). L'entità di questi spostamenti dipende dalla velocità con cui si muove la sorgente rispetto a noi.



L'effetto Doppler è la chiave utilizzata dagli astronomi per "leggere" alcuni fenomeni astrofisici. Ad esempio, il moto dei corpi celesti può essere studiato attraverso l'effetto Doppler: analizzando la posizione di alcune caratteristiche dello spettro elettromagnetico, ad esempio le righe di emissione di certi elementi chimici, si può determinare se un corpo celeste si sta avvicinando o allontanando dalla Terra, e a che velocità. Queste misure a loro volta ci danno informazioni sulla massa di quel corpo celeste. Grazie all'effetto Doppler è possibile scoprire quali stelle sono sistemi doppi oppure quali hanno sistemi planetari. Se un pianeta orbita attorno ad una stella, il centro di gravità del sistema si troverà vicinissimo alla stella, ma non perfettamente coincidente essa. Quindi anche la stella oscillerà attorno al centro di gravità del sistema: misurando i piccolissimi spostamenti Doppler nello spettro della stella, dovuti al suo minimo moto, è possibile rivelare la presenza di un pianeta (figura a sinistra), e anche valutarne la massa.

Ma solo per gli oggetti più vicini alla Terra, come le stelle o i pianeti, osserviamo una radiazione spostata verso il blu. La radiazione che riceviamo dalla maggior parte dei corpi celesti distanti, come le galassie, appare sempre spostata verso il rosso: le galassie si allontanano da noi.

Fu tramite l'effetto Doppler che nel 1929 l'astronomo Edwin Hubble formulò una legge che è uno dei pilastri della Cosmologia moderna. Egli scoprì che la radiazione che riceviamo dalle galassie è *tanto più* spostata verso la parte rossa dello spettro elettromagnetico (quindi velocità di allontanamento più grande) *quanto più* esse sono distanti (figura a destra). La grandezza che indica lo spostamento verso il rosso della luce che riceviamo dagli oggetti celesti è chiamata *redshift* ed è indicata con la lettera *z*. L'interpretazione di questa relazione tra velocità di recessione delle galassie (espressa attraverso il redshift) e distanza è facile se si ipotizza che l'Universo sia in espansione, cioè tutte le galassie si stanno allontanando l'una dall'altra, come succederebbe a dei punti disegnati sulla superficie di un palloncino man mano che esso viene gonfiato. Estrapolando il moto delle galassie indietro nel tempo, si è pervenuti all'ipotesi che in un passato remoto l'Universo doveva essere molto *concentrato*: da qui la teoria del Big Bang, una grande esplosione iniziale da cui ha avuto origine l'Universo in cui viviamo.



Per saperne di più:

- <http://imagine.gsfc.nasa.gov/YBA/M31-velocity/Doppler-shift-2.html>
- http://coolcosmos.ipac.caltech.edu/cosmic_classroom/cosmic_reference/redshift.html
- <http://www.bo.astro.it/sait/spigolature/spigostart.html>
- Pannello La Genesi dell'Universo