

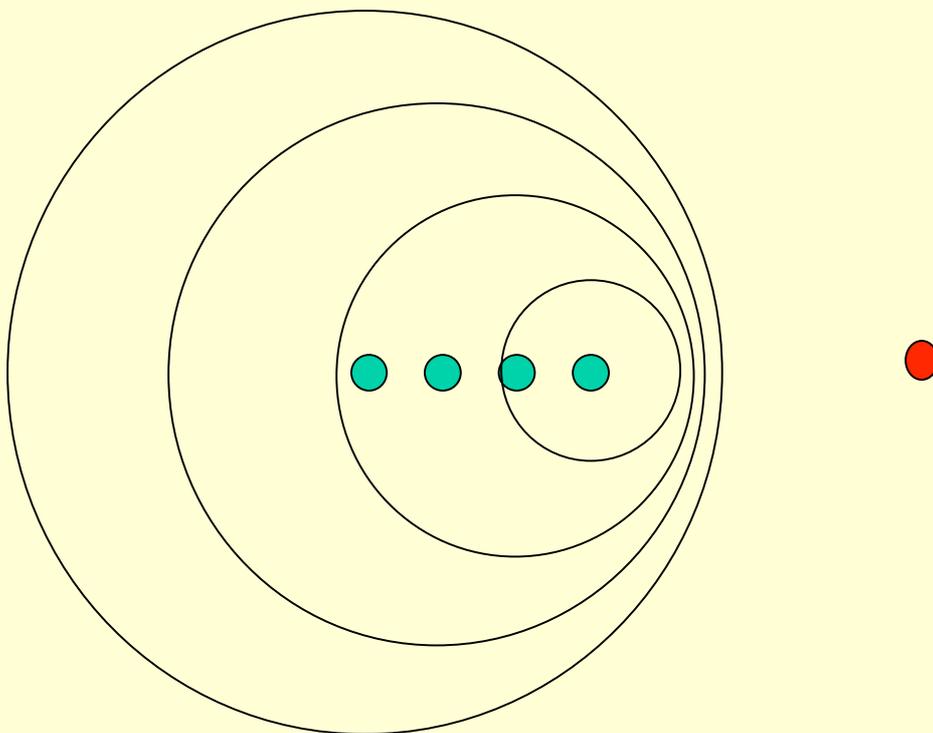


effetto Doppler

abbiamo detto che se una sorgente ferma in un punto emette perturbazioni con una certa frequenza, questa sarà la frequenza dell'onda, e la lunghezza d'onda dipenderà dalla velocità di propagazione del mezzo. Il ricevitore fermo percepirà una perturbazione della stessa frequenza della sorgente.

Che succede se la sorgente si muove?

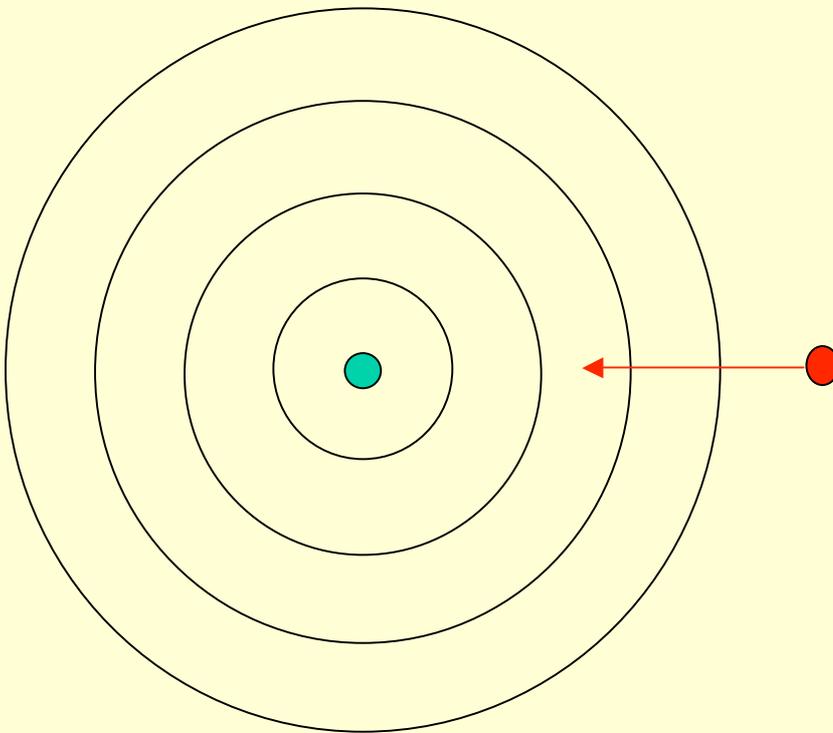
I fronti che avanzano nella direzione del moto si avvicineranno tra loro, facendo diminuire la lunghezza d'onda, e quindi aumentare la frequenza





effetto Doppler (2)

Se invece il ricevitore va incontro alla sorgente, nell'unità di tempo, oltre ai fronti che riceverebbe se fosse fermo, riceve tutti i fronti che attraversa a causa del suo moto. Percepisce quindi di nuovo una frequenza maggiore.



In entrambi i casi, se sorgente e ricevitore si avvicinano, la frequenza aumenta. Se sorgente e ricevitore si allontanano, la frequenza diminuisce, come si ascolta nel caso di un'auto con sirena



effetto Doppler (3)

calcoliamo queste variazioni

- sorgente in avvicinamento:

In un tempo Δt , il primo fronte emesso ha percorso un tratto $V \Delta t$, e la sorgente si è spostata di $V_s \Delta t$. Nel tempo Δt sono stati emessi $\nu \Delta t$ fronti.

La lunghezza d'onda nel mezzo si ottiene dividendo la distanza tra primo fronte e sorgente per il numero di fronti: $\lambda' = \frac{V\Delta t - V_s\Delta t}{\nu\Delta t} = \frac{V - V_s}{\nu}$

a cui corrisponde una frequenza

$$\nu' = \frac{V}{\lambda} = \nu \frac{V}{V - V_s} = \nu \frac{1}{1 - \frac{V_s}{V}} > \nu$$

- ricevitore in avvicinamento:

Nel tempo Δt il ricevitore, oltre i $\nu \Delta t$ fronti che avrebbe ricevuto da fermo, ne traversa altri $V_r \Delta t / \lambda$, per cui percepisce una frequenza data da

$$\nu' = \nu + \frac{V_r}{\lambda} = \nu + \frac{V_r}{V} \nu = \nu \left(1 + \frac{V_r}{V} \right) > \nu$$

Notiamo che benché entrambe le frequenze siano maggiori della frequenza emessa, non sono tra loro uguali, ma hanno lo stesso sviluppo in serie, e sono quindi uguali al primo ordine.



effetto Doppler

Le formule che abbiamo ricavato distinguono tra il moto della sorgente e il moto dell'osservatore

Il principio di relatività è preservato per il fatto che il moto è definito rispetto al mezzo elastico, che è fermo in uno dei due sistemi di riferimento.

Si vedrà come nel caso delle onde elettromagnetiche, che non hanno un mezzo di propagazione, le formule divengono del tutto simmetriche tra sorgente e ricevitore.

Di nuovo, le tre formule coincidono al primo ordine, ossia per velocità piccole rispetto alla velocità di propagazione.

L'effetto Doppler per la luce è responsabile del **red shift**, ossia lo spostamento verso il rosso degli spettri di emissione delle galassie che si allontanano dalla nostra, ed è quindi uno strumento fondamentale di indagine astrofisica.