Effetto Doppler relativistico

Effetto Doppler non relativistico

Dovrebbe essere noto che al passaggio di una sirena (p.es. su un auto in corsa)

quando si avvicina si sente un suono più acuto

quando si allontana si sente un suono più grave

di quello trasmesso.

Questo è dovuto al fatto che l'onda sonora si propaga nel mezzo che la conduce: l'aria o l'acqua, e che il movimento sia della sorgente che "di chi lo ascolta" genera una variazione nella frequenza ricevuta.

Diciamo ν_0 la frequenza trasmessa e ν la frequenza ascoltata.

Si dimostra, nella Fisica Classica, che vale la relazione:

$$\nu = \nu_0 \left(\frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{V}{c}} \right)$$

essendo:

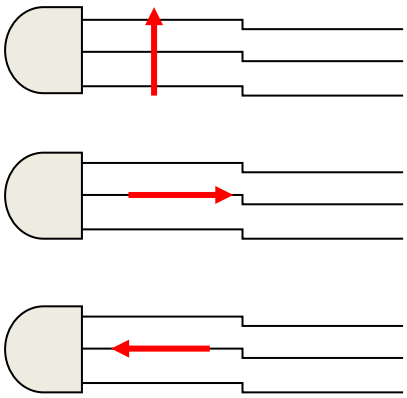
c	**la velocità del suono**
v	**la velocità dell'osservatore (+ per moto verso la sorgente, - per moto "via" dalla sorgente)**
V	**la velocità della sorgente (+ per moto verso l'osservatore, - per moto "via" dall'osservatore)**

Ma il suono ha bisogno di un mezzo per diffondersi.

La luce invece oscilla nel vuoto, e ciò che ha importanza è solo il moto relativo fra sorgente e osservatore.

Effetto Doppler relativistico

In questo caso la teoria esamina le seguenti 3 situazioni:



1) Effetto Doppler Trasversale

2) **Effetto Doppler Longitudinale**

3) **Effetto Doppler Longitudinale**

1) L'osservatore si muove perpendicolarmente alla linea di luce

Il tempo proprio fra i tick dell'orologio è: $t_0 = \frac{1}{\nu_0}$.

Ma l'osservatore si muove, per cui è: $t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

Si trova quindi la frequenza: $\nu = \frac{1}{t} = \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{t_0}$

$$\nu = \nu_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

La frequenza osservata ν è sempre inferiore a quella emessa ν_0 .

2) L'osservatore si allontana dalla sorgente di luce

In questo caso aumenta la distanza dalla sorgente di luce: vt fra due tick dell'orologio.

Le onde luminose "sembrano" più lunghe, fra due tick, di $\frac{vt}{c}$.

Quindi il tempo totale per l'arrivo di due onde successive è:

$$T = t + \frac{vt}{c} = t_0 \frac{1+\frac{v}{c}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = t_0 \frac{\sqrt{1+\frac{v}{c}}\sqrt{1+\frac{v}{c}}}{\sqrt{1+\frac{v}{c}}\sqrt{1-\frac{v}{c}}} = t_0 \frac{\sqrt{1+\frac{v}{c}}}{\sqrt{1-\frac{v}{c}}}$$

La frequenza osservata è quindi:

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{t_0} \frac{\sqrt{1-\frac{v}{c}}}{\sqrt{1+\frac{v}{c}}} = \nu_0 \frac{\sqrt{1-\frac{v}{c}}}{\sqrt{1+\frac{v}{c}}}$$

Nel caso di "allontanamento" dalla sorgente di luce si ha quindi un abbassamento della frequenza "sentita" dall'osservatore.

3) L'osservatore si avvicina alla sorgente di luce

E' sufficiente cambiare segno a v:

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{t_0} \frac{\sqrt{1+\frac{v}{c}}}{\sqrt{1-\frac{v}{c}}} = \nu_0 \frac{\sqrt{1+\frac{v}{c}}}{\sqrt{1-\frac{v}{c}}}$$

Le "righe spettrali" che riceviamo dal Cosmo ci permettono di descrivere il moto delle stelle.