Definizione: Onde stazionarie

Esaminiamo adesso la situazione in cui si ha sovrapposizione di onde aventi la stessa frequenza, la stessa lunghezza d'onda, e la stessa ampiezza, ma che si propagano in direzioni *opposte*. Nella realtà, onde con queste caratteristiche si realizzano mediante la sovrapposizione di un'onda incidente con la sua onda riflessa contro qualche ostacolo, o vincolo.

Consideriamo ad esempio onde in fase con le seguenti forme: $y_1 = A\cos(\omega t - kr)$ e $y_2 = A\cos(\omega t + kr)$. L'onda risultante ha quindi forma $y = y_1 + y_2 = 2A\cos\omega t\cos kr$. Osserviamo innanzitutto che, perdendosi la dipendenza da un fattore del tipo $\omega t \pm kr$, l'equazione trovata *non* è più rappresentativa di un'onda che si propaga. Il risultato ottenuto può essere interpretato come il moto armonico di un punto di coordinata *r* che oscilla con pulsazione ω e ampiezza $2A\cos kr$. Poiché l'ampiezza non dipende dal tempo ma solo dalla posizione, l'onda risultante si dice *stazionaria*.

In un'onda stazionaria si possono quindi osservare dei punti fermi, che oscillano cioè con un'ampiezza pari a zero: sono quelli per cui $2A\cos kr = 0 \Rightarrow kr = \frac{(2n+1)\pi}{2} \Rightarrow r = (2n+1)\frac{\pi}{2k} = \frac{(2n+1)}{2}\frac{\lambda}{2}$. Questi punti si dicono *nodi*, e distano tra loro mezza lunghezza d'onda, a partire dal punto a distanza $\frac{\lambda}{4}$ dalla sorgente.

Oltre ai nodi si possono osservare punti che, al contrario, oscillano con ampiezza massima. Sono quelli per cui $2A\cos kr = 2A \Rightarrow kr = n\pi \Rightarrow r = \frac{n\pi}{k} = n\frac{\lambda}{2}$. Questi punti si dicono *ventri*, e distano tra loro un multiplo intero di mezza lunghezza d'onda, a partire dalla sorgente.

In generale, ogni punto dell'onda stazionaria oscilla con la stessa pulsazione, ω, delle onde componenti, legata alla lunghezza d'onda dalla relazione $\omega = 2\pi f = kv_f \Rightarrow kv_f = 2\pi f \Rightarrow \frac{v_f}{\lambda} = f$.

Consideriamo una corda tesa orizzontalmente di lunghezza *l*, fissata ad una estremità (B) ad una parete, e facciamo coincidere l'estremità libera (A) con una sorgente di onde trasversali. Analizziamo il caso in cui le onde prodotte hanno lunghezza d'onda $\lambda = 2l$; se la velocità di propagazione è v_f, allora la frequenza è $f = \frac{v_f}{2l}$.