

INTERFERENZA DI ONDE ARMONICHE

Il fenomeno dell'interferenza consiste nella somma di onde. Per fissare le idee, consideriamo qui solo due onde armoniche, del tipo:

$$f_1(x, t) = A_1 \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda_1}(x - v_1 t) + \varphi_1\right) = A_1 \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda_1}x - \frac{2\pi}{T_1}t + \varphi_1\right)$$
$$f_2(x, t) = A_2 \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda_2}(x - v_2 t) + \varphi_2\right) = A_2 \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda_2}x - \frac{2\pi}{T_2}t + \varphi_2\right)$$

Inoltre ci limiteremo a considerare solo casi significativi di interferenza; alcuni file GeoGebra e audio possono essere trovati alle pagine di seguito segnalate.

La somma di onde può essere calcolata attraverso la formula di prostaferesi del coseno:

$$\cos(\alpha_1) + \cos(\alpha_2) = 2 \cos\left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}\right) \cos\left(\frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}\right)$$

Consideriamo di seguito solo alcuni esempi di casi significativi, limitandoci solo a considerare $A_1 = A_2$:

- **Interferenza costruttiva:** parametri tutti uguali, in particolare le fasi iniziali.

Il risultato della somma è ancora un'onda armonica, con ampiezza doppia rispetto alle singole onde.

- **Interferenza distruttiva:** le fasi iniziali differiscono di 180° (π radianti), con gli altri parametri uguali.

Il risultato della somma è la funzione nulla in ogni punto.

- **Onde stazionarie:** $v_1 = -v_2$, $\lambda_1 = \lambda_2$

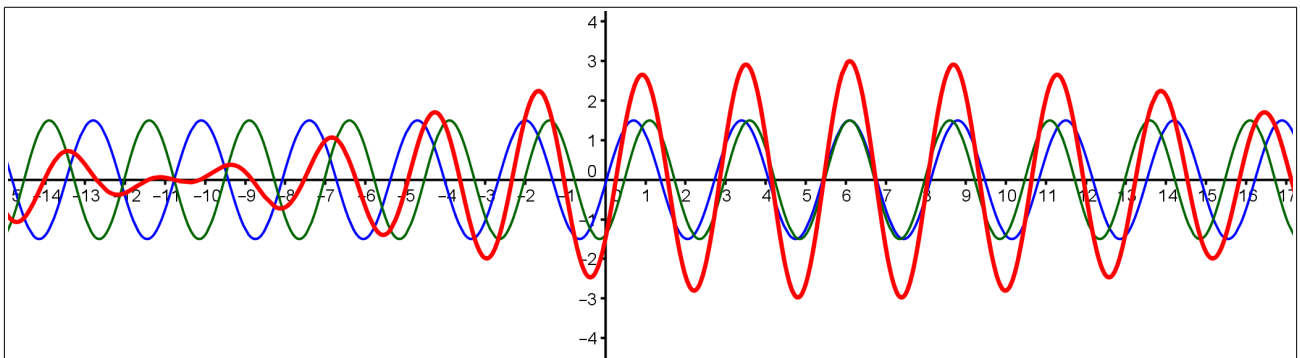
La somma di due onde armoniche con uguali ampiezza, lunghezza d'onda e periodo (o frequenza), ma con velocità opposte, non dà luogo ad un'onda progressiva, ma ad un'onda stazionaria, che può essere visualizzata al link:

http://www.danilo.saccoccioni.name/geo/onde/onda_stazionaria.ggb

Si chiamano **nod**i i punti in cui l'onda stazionaria è permanentemente nulla, mentre si chiamano **ventri** i punti di massimo. Le onde stazionarie hanno un ruolo fondamentale nel funzionamento degli strumenti musicali.

- **Battimenti:** $\lambda_1 \approx \lambda_2$, $v_1 = v_2$

La somma di due onde armoniche con uguali ampiezza e velocità, ma con lunghezza d'onda o periodo o frequenza leggermente diversi, dà luogo al tipico fenomeno dei battimenti, visualizzabile di seguito:



Come si vede dalla figura, esistono zone in cui vi è interferenza costruttiva, altre in cui vi è interferenza distruttiva; ciò dà luogo al tipico andamento alternante. Per approfondimenti, visualizzazioni e file audio, si rimanda al link: <http://www.danilo.saccoccioni.name/fis/battimenti/battimenti.pdf>