

ONDE STAZIONARIE

Obiettivo dell'esperienza e basi teoriche

L'obiettivo dell'esperienza è misurare la velocità di propagazione di un'onda e la tensione del filo.

Un'onda stazionaria è una perturbazione periodica di un mezzo materiale. Se un'estremità di una corda viene scossa con una determinata frequenza si osserva lungo la corda una forma d'onda che appare "congelata" nel tempo e nello spazio. In queste condizioni alcuni punti lungo la corda appaiono fermi (nodi) mentre in altri punti la corda raggiunge la massima ampiezza.

Le frequenze proprie di una corda tesa possono essere determinate matematicamente attraverso l'equazione

$$f_n = n \cdot v / 2L,$$

dove n può assumere i valori dei numeri naturali. In particolare per $n=1$ si ha la prima armonica, per $n=2$ la seconda armonica e così via. Inoltre la prima armonica è anche detta frequenza fondamentale, $f_1 = v / 2L$, e tutte le armoniche sono multipli interi di questa frequenza.



Materiale necessario

1. Generatore di tensione:



2. Kit di studio onde stazionarie: Consente di realizzare il fenomeno delle onde stazionarie sia longitudinali che trasversali.
3. Metro ($\Delta L=0,001$ m)
4. Bilancia ($\Delta m=0,001$ Kg)

Istruzioni del montaggio del kit per lo studio delle onde stazionarie

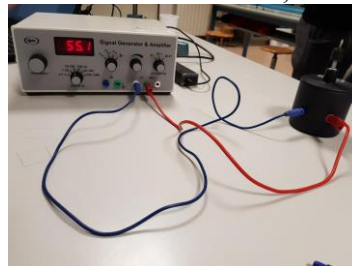
- Montaggio cavi tra due supporti fissi :

1. Inserire i cavi nel gancio del vibratore elettromagnetico e in quello del supporto



fisso:

2. Inserire i cavi nel generatore di frequenza e nel vibratore elettromagnetico (Cavo blu: un'estremità nel secondo buco bianco da destra, l'altra nel buco nero; Cavo rosso: un'estremità nel secondo buco verde da destra, l'altra nel buco rosso, come



da foto).

3. Collegare il generatore alla corrente, collegando il cavo alla presa posta sul retro del generatore, e ad una presa elettrica.
 4. Accendere il generatore con l'interruttore posto sul retro.
- Descrizione manopole (in ordine da sinistra verso destra):
 1. Frequenza: a scelta dello sperimentatore; bisogna far sì che si vedano bene i nodi e gli antinodi
 2. Range di frequenza: consigliata la scelta del range 10-100
 3. Tipologia di onda: per effettuare l'esperimento descritto utilizzare la prima opzione: onda sinusoidale
 4. Ampiezza onda: consigliata la massima ampiezza per osservare al meglio il fenomeno
 5. Attenuatore: in questo esperimento è indifferente

Descrizione dell'esperienza e procedura delle misure

- Procedura (Prima parte)
 1. Misurare lunghezza corda (L)
 2. Stabilire frequenza (f_{n1})

3. Contare il numero ventri (n_1)
4. Stima la velocità di propagazione (v) dalla legge $f_{n1}=n_1*v/2L$
5. Ripetere i passaggi precedenti (2-3) con una frequenza diverse (f_{nk} con $k=2,3,4\dots$) e ricalcolare la velocità (v)
6. Stima la frequenza fondamentale per ogni frequenza misurata ($f_1= f_{nk}/n_k$) e calcolane la media ed il corrispondente errore.
7. Trovare velocità media e il suo errore.
8. Fare un grafico della velocità in funzione della frequenza per verificare la coerenza delle misure.

● Procedura (Seconda parte)

1. Misurare la massa del filo (m_l) e la sua densità lineare $d=m/L$
2. Ricordando che $v_{propagazione}=\sqrt{\frac{T}{d}}$ dove T è la tensione della corda, con la misura della velocità stimata con 8 ventri , calcolare la tensione, mediante la legge $T=(v_{propagazione})^2d$
3. Cambiare la lunghezza della corda, misurarla, misurare la nuova frequenza alla quale si hanno 8 ventri e trovare la nuova tensione della corda come al punto 2.
4. Fare un grafico della tensione in funzione della lunghezza del filo per verificarne il tipo di dipendenza.

Elaborazione dei dati

TABELLA PER LA RACCOLTA DEI DATI

1°parte

LUNGHEZZA FILO $L=1,200 \text{ m} \pm 0,001 \text{ m}$

	Frequenza (Hz)	Ventri (n)	Velocità (m/s)	Frequenza Fondamentale (Hz)
1° prova	$(32,4 \pm 0,1) \text{ Hz}$	8	$(9,72 \pm 0,04) \text{ m/s}$	$(4,05 \pm 0,01) \text{ Hz}$
2°	$(36,9 \pm 0,1) \text{ Hz}$	9	$(9,84 \pm 0,03) \text{ m/s}$	$(4,10 \pm 0,01) \text{ Hz}$
3°	$(29,9 \pm 0,1) \text{ Hz}$	7	$(10,25 \pm 0,04) \text{ m/s}$	$(4,27 \pm 0,01) \text{ Hz}$

4°	(51,2±0,1)Hz	12	(10,24±0,03)m/s	(4,27±0,01)Hz
----	--------------	----	-----------------	---------------

$$v_{media} = 10,0 \text{ m/s}$$

$$\Delta v_{media} = \frac{v_{max} - v_{min}}{2} = 0,3 \text{ m/s}$$

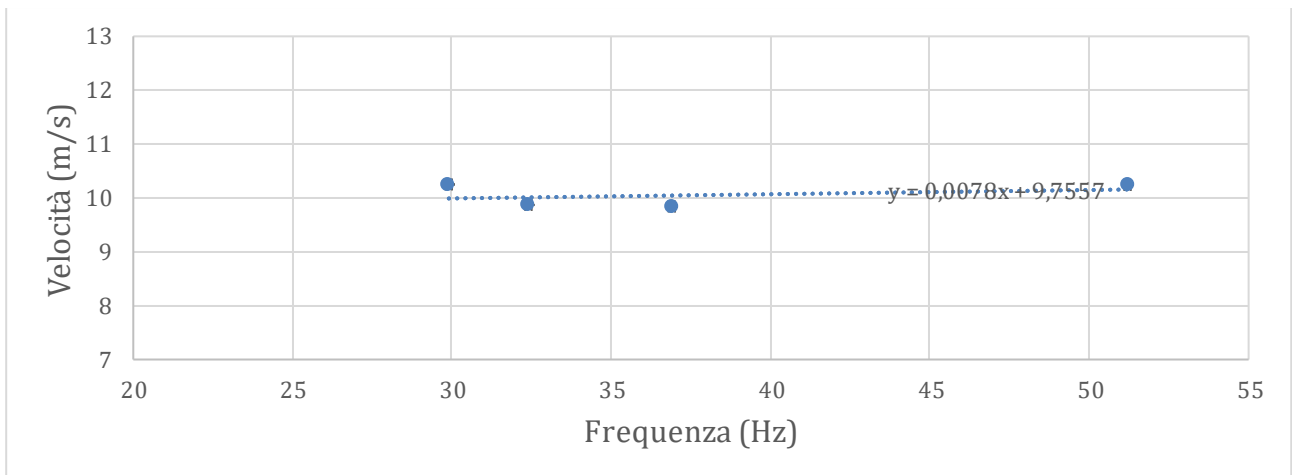
Si nota che la dispersione della velocità è circa 10 volte maggiore degli errori sui singoli valori, questo indica che questi ultimi sono sottostimati. In particolare è sottostimato l'errore sulla frequenza perché l'incertezza con la quale si può fissare la frequenza che genera un numero stabilito di nodi è molto maggiore della sensibilità dello strumento.

$$\text{Frequenza fondamentale media: } f_0 = \frac{v}{2L} = 4,17 \text{ Hz}$$

$$\Delta f_{0_{media}} = (f_{0_{max}} - f_{0_{min}}) / 2 = 0,3 \text{ m/s}$$

$$f_0 = (4,2 \pm 0,3) \text{ Hz}$$

$$v_{media} = (10,0 \pm 0,3) \text{ m/s}$$



2°parte

Massa filo $m=0,005\pm 0,001\text{Kg}$

$$v_{\text{propagazione}} = (f_8 * 2 * L) / 8$$

$$T = (v_{\text{propagazione}})^2 * m / L$$

$$\Delta T = T \left(\frac{\Delta m}{m} + 2 \frac{\Delta v}{v} + \frac{\Delta l}{l} \right)$$

Lunghezza filo (m)	f_8	Velocità di propagazione (m/s)	Tensione (N)
$(1,2 \pm 0,001)\text{m}$	$(32,4 \pm 0,1)\text{Hz}$	$(9,72 \pm 0,04)\text{m/s}$	$(0,393 \pm 0,003)\text{N}$
$(1,3 \pm 0,001)\text{m}$	_____	_____	_____
$(1,5 \pm 0,001)\text{m}$	_____	_____	_____

Conclusioni

La velocità di propagazione dell'onda è $v_{\text{media}} = (10,0 \pm 0,3)\text{m/s}$ corrispondente ad una frequenza fondamentale $f_0 = (4,2 \pm 0,3)\text{Hz}$

La tensione del filo alla lunghezza di 1,2 m è stimata essere $(0,393 \pm 0,003)\text{N}$