

Progetto lauree scientifiche

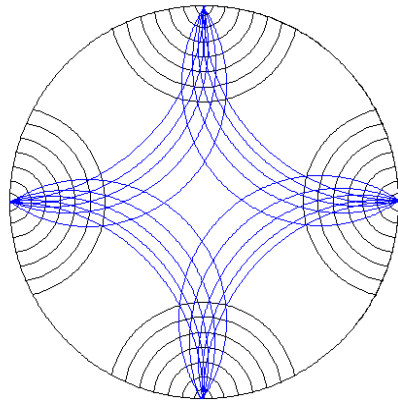
Relazione secondo incontro (Trento 06/02/2007)

Obiettivo: Effettuare attività di laboratorio per verificare delle conoscenze teoriche (in parte acquisite nel precedente incontro). Assistere ad una lezione teorica sullo studio matematico delle funzioni periodiche (utili alla rappresentazione e allo studio delle onde).

In laboratorio:

- ✓ Ci sono stati mostrati alcuni modi poco usuali di produrre suoni: roteando dei tubi flessibili; con il tubo di Rijke, un tubo di metallo con una rete a $\frac{1}{4}$ della sua lunghezza che scaldato da una parte dava luogo a un effetto camino che provocava una vibrazione; un tubo tagliato a 45° con una membrana a cui è fissata una molla che genera rumori simili a tuoni.

- ✓ Merita una nota l'uso oltre ai "soliti" bicchieri di un bacile di bronzo che sollevava naturalmente spruzzi (senza esercitare una pressione maggiore come con i bicchieri) e la spiegazione del fenomeno fornita: la vibrazione è quella del bordo del recipiente che viene trasmessa all'acqua e si formano dei nodi.

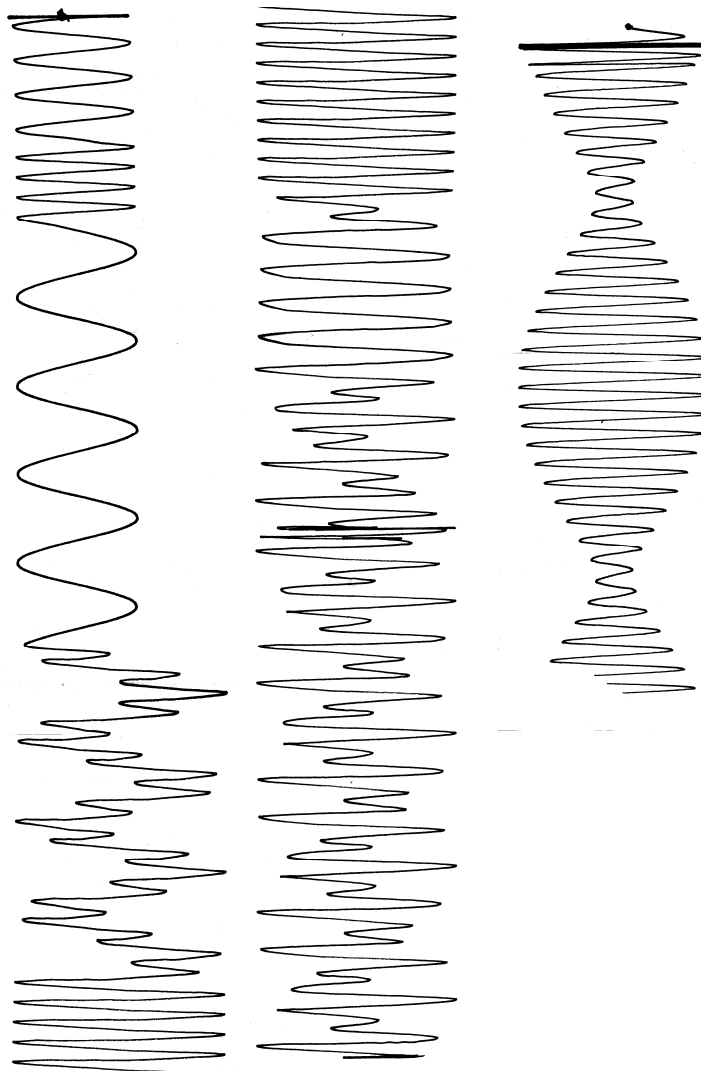


- ✓ Abbiamo osservato con l'uso di molle la propagazione di onde longitudinali e trasversali, la rifrazione, la riflessione e l'interferenza. Siamo stati inoltre iniziati al concetto di onda impulsiva, che al contrario di quella armonica è in pratica una e una sola "perturbazione".
- ✓ Con l'uso di un diapason a cui era stato attaccato un punteruolo e della carta copiativa abbiamo potuto visualizzare e registrare il moto armonico smorzato.
- ✓ Analizzando i segnali di un metro a ultrasuoni (treni di impulsi a 47 kHz) tramite un oscilloscopio abbiamo potuto constatare realmente che ci sono onde meccaniche classificate come sonore che però non possiamo udire.
- ✓ Un ulteriore esperimento con membrane e polveri ha forse reso più chiaro che il suono è un'onda longitudinale, infatti qui è stata effettuata anche una prova con lo speaker in verticale e la membrana perpendicolare ad esso: il fatto che la polvere (in questo caso zucchero) non si muovesse è l'ennesima conferma di quanto detto.
- ✓ Abbiamo sperimentato i battimenti, le interferenze e la messa in risonanza di diapason a diverse frequenze.
- ✓ Una particolare apparecchiatura costruita con i motori di due vecchi giradischi

permette di rappresentare su un nastro di carta i moti armonici ottenendo forme simili a quelle della somma di funzioni goniometriche oppure anche i battimenti grazie alle imperfezioni dei motori che generano dunque oscillazioni lievissimamente sfasate.

- ✓ Ma l'esperienza forse più impressionante della mattina è quella sulle onde stazionarie: grazie ad uno speaker sulla cui membrana è stata attaccata una barretta filettata con dei "galletti" e a un generatore di frequenze, è possibile mettere in vibrazione stazionaria una corda, illuminando poi la scena con una lampada stroboscopica alla frequenza appropriata, la corda sembra ferma in una posizione ondulata. Inoltre toccandola si percepisce chiaramente che è in movimento.

Riportiamo qui di seguito copia dei grafici ottenuti con il "doppio giradischi":



Tratto dalla relazione degli studenti di 4A e 4 D:
Diego Cecchin; Michele Debortoli; Andrea Greco; Monika Rech

Secondo incontro

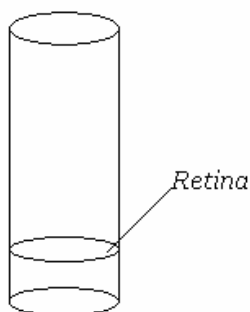
Laboratorio didattico di fisica – Università di Trento, facoltà di scienze

Data: 06.02.2007

Mattino - Lezione del professor Luigi Gratton, docente di Fisica Sperimentale

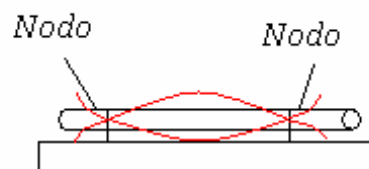
Sono stati mostrati numerosi esperimenti e strumenti di laboratorio attraverso i quali sono stati dimostrati fenomeni riguardanti la teoria delle onde e nel caso specifico delle onde sonore.

a) Tubo di Rijke:



Si tratta di un tubo metallico vuoto al suo interno. Riscaldandone una delle estremità l'aria calda prodotta tende a risalire all'interno per effetto "camino" passando attraverso la retina che messa in vibrazione produce un particolare suono.

b) Cilindretto metallico con nodi:



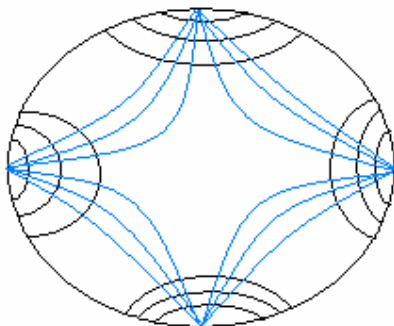
Si tratta di un tubo metallico pieno fissato ad un appoggio mediante due cordini sottili tali da non smorzare considerevolmente le vibrazioni, i cosiddetti nodi. Dopo aver messo in vibrazione il cilindretto con un colpo sulla parte compresa tra i due punti cardine si può osservare come fermando od ostruendo la vibrazione in corrispondenza dei nodi il suono risulti molto meno smorzato che ostruendo il movimento in qualsiasi altra parte del cilindro.

Conclusione: i nodi di un'onda devono essere fermi rispetto al resto dell'onda.

Nella figura: in rosso le possibili vibrazioni del cilindretto irrealisticamente accentuate al fine della rappresentazione.

d) Bacinelle con acqua:

Frizionando una bacinella contenente acqua su due punti del suo perimetro si può ottenere l'effetto in figura.



Conclusione: vengono a crearsi dei nodi individuabili attraverso la presenza di piccoli spruzzi e l'increspatura della superficie.

Nella figura: In nero la situazione visibile al momento dell'esperimento, in blu la probabile disposizione delle onde che mettono in movimento la superficie.

e) Disegno col diapason:

Viene posto su uno dei due rebbi del diapason una punta metallica. Il diapason quindi viene messo in movimento e attraverso l'uso di carta carbone, appoggiando la punta su un foglio si può rilevare la raffigurazione diretta dell'oscillazione.

Se la rappresentazione viene fatta su un piano tempo-ampiezza, non si tratta del grafico di un'onda bensì del grafico rappresentante il movimento di un punto del diapason in funzione del tempo.

Si nota che l'ampiezza dell'oscillazione decresce gradualmente fino ad annullarsi, questo è dovuto al fatto che il diapason per la sua struttura fisica smorza gradualmente e velocemente l'ampiezza della vibrazione e infatti si può percepire anche un conseguente e graduale attenuazione dell'intensità del suono.



f) Infrasuoni e Ultrasuoni:

Il nostro orecchio non è in grado di percepire tutte le onde sonore.

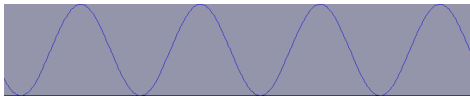
Vi sono infatti gli:

→ **INFRASUONI**: i quali sono caratterizzati da una frequenza troppo bassa per essere percepita dalle nostre orecchie (frequenza inferiore a 16 Hz)

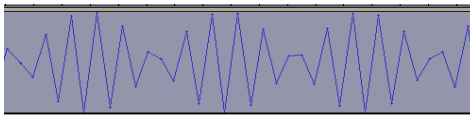
→ **ULTRASUONI** i quali sono caratterizzati da una frequenza troppo alta (frequenza superiore a 20.000 Hz)

Attraverso uno strumento, l' **OSCILLOSCOPIO** è possibile rappresentare graficamente la forma della perturbazione:

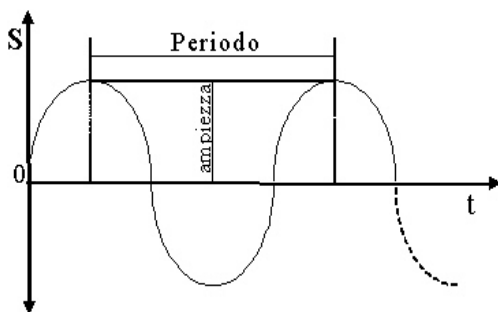
Suono a 440 Hz



Suono a 47 KHz (ultrasuono)



h) Il grafico spostamenti-tempi:



Nel grafico viene rappresentato, in funzione del tempo, lo spostamento di un punto generico rispetto al proprio punto di equilibrio (perturbato da un'onda armonica tipo il suono). Da questo si intuisce che il punto che oscilla non si muove assieme all'onda ma viene solo fatto oscillare armonicamente su e giù rispetto al proprio punto di equilibrio.

Esistono due tipi di onda:

→ *longitudinale* come ad esempio il suono, in cui i punti del mezzo materiale oscillano nella stessa direzione di propagazione dell'onda.

→ *trasversale* come ad esempio la luce, in cui i punti del mezzo materiale oscillano trasversalmente alla direzione di propagazione dell'onda.

Le onde del suono sono onde periodiche.



i) Interferenza di onde longitudinali in una molla:

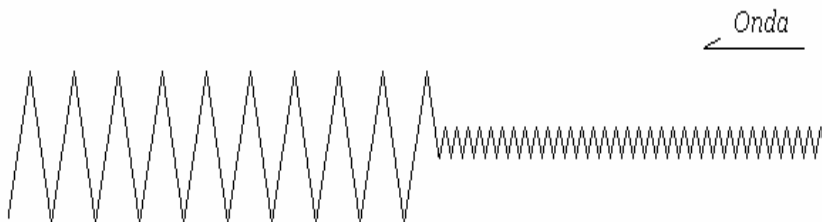
Un altro esperimento è stato quello di creare in una molla di due onde longitudinali di verso opposto (e di pressione in questo caso).

Dato un impulso longitudinale (una pressione longitudinale alla lunghezza della molla), approssimativamente uguale ad entrambi gli estremi, le onde formatesi si sono propagate lungo tutta la molla e nel momento in cui si sono sovrapposte si sono reciprocamente annullate per poi continuare indisturbate la propagazione.

Interferenza tra onde su molla uguale



Conclusione: due onde uguali ma di verso opposto quando si incontrano risultano essere reciprocamente distruttive.



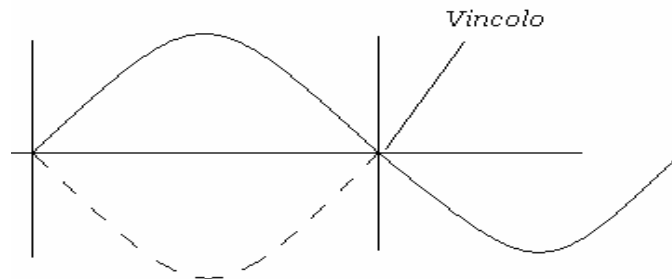
In questo caso si ha il passaggio da un mezzo a un altro, e accade il fenomeno della rifrazione. Parte dell'onda di partenza si propaga lungo la molla più grande, con velocità diversa poiché varia la lunghezza d'onda, ma non la frequenza, mentre un'altra parte torna indietro ripercorrendo la molla più piccola.

j) Onde Stazionarie:

Un altro esperimento è stato quello di creare delle onde stazionarie. Inizialmente per capire il concetto è stata utilizzata una molla molto lunga e sottile in un caso fissa ad un estremo e successivamente libera, mentre dall'altro veniva mossa con un'oscillazione periodica trasversale.

Accade che le onde prodotte dalla sorgente ad un estremo (la mano in questo caso) si propagano lungo la molla, si riflettono sull'altro estremo e tornano indietro, opposte di fase se ad estremo fisso, o in fase con prima se ad estremo libero. In ogni caso riflettendosi si sovrappongono alle onde che vengono continuamente generate, e, a determinate frequenze, si crea l'effetto delle onde stazionarie.

Onde stazionarie: dalla sovrapposizione delle due onde di verso opposto, a determinate frequenze, si creano dei nodi in cui il punto non oscilla e dei ventri in cui il punto oscilla con ampiezza massima. Sembra così che ci sia un'onda armonica fissa che si alterna continuamente sopra e sotto l'asse, ma in realtà sono due onde che si sovrappongono.



Conclusione: indicando con l la lunghezza della corda si può dire che si creano onde stazionarie ogniqualvolta la lunghezza d'onda λ (ovvero la distanza percorsa dall'onda in un tempo uguale al periodo) vale:

per una corda VINCOLATA $\rightarrow \lambda = 2l/n$ con n intero e maggiore di zero.

per una corda NON VINCOLATA $\rightarrow \lambda = 4l/(2n+1)$ con n intero e maggiore di zero.

Quindi poiché la lunghezza d'onda e la frequenza sono legate dalla relazione $\lambda = \text{velocità onda} / \text{frequenza}$ allora le onde stazionarie si hanno solo a frequenze ben precise.

Successivamente sempre nello stesso ambito abbiamo utilizzato un altro strumento che consisteva in una corda fissa a entrambi gli estremi, collegata a un altoparlante, e fatta oscillare da quest'ultimo a frequenza controllata. E si è notato che a determinate frequenze, nella corda si creavano queste onde stazionarie con un numero variabile di nodi.

Tratto dalla relazione degli studenti di 4C:

Dall'Agnol Claudia; Oppio Marco; Tassan Andrea; Zaccaron Martina