

Liceo Scientifico Statale "Leonardo da Vinci" di Reggio Calabria

<http://www.liceovinci.rc.it>

Anno Scolastico 2009-2010

Classe 4G P.N.I.

Progetto POF

Matematica , Fisica e Multimedialità nelle 4[^] classi

Studentessa: **Lionte Leyla**

Titolo: Le Onde

LE ONDE

Il fenomeno ~~dell~~ del movimento ondulatorio si presenta in quasi tutti i campi della fisica. Noi conosciamo molto bene le onde del mare, dato che sono facilmente osservabili, ma vi sono anche le onde sonore, le onde luminose, le onde radio ed altre onde elettromagnetiche.

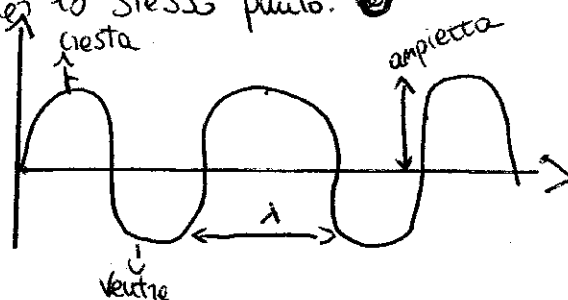
In generale una perturbazione che si propaga da un punto a un altro viene chiamata «onda». Le onde si propagano a una ben definita velocità, determinata dalle proprietà del materiale attraverso cui viaggiano.

Le onde, inoltre, trasportano energia e non materia.

LE CARATTERISTICHE DI UN'ONDA PERIODICA

Le onde più semplici sono quelle sinusoidali, formate da creste e ventri.

Se facciamo riferimento alle onde ~~deformate~~ sull'acqua, le creste sono zone in cui il livello dell'acqua è più alto rispetto alla superficie in quiete e i ventri sono zone in cui il livello è più basso. La distanza fra due creste successive (o due ventri successivi) si chiama lunghezza d'onda e si indica con il simbolo λ . Si chiama ampiezza dell'onda lo spostamento massimo di un punto dalla sua posizione di equilibrio. Il periodo dell'onda è l'intervallo di tempo che intercorre fra il passaggio di due creste successive (o due ventri) per lo stesso punto. ⑤



Poiché in un mezzo omogeneo l'onda si propaga con velocità costante, il periodo, che indichiamo con T , è l'intervallo di tempo ~~impiega~~ che l'onda impiega a percorrere una distanza uguale alla lunghezza d'onda, perciò la velocità dell'onda è:

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

La frequenza dell'onda, invece, indica quante volte un punto dell'acqua oscilla in un secondo; si indica con il simbolo f . Poiché la frequenza è il reciproco del periodo ($f = 1/T$), possiamo anche scrivere:

$$v = \lambda \cdot f$$

$\nearrow$ lunghezza d'onda (m)
 $\nwarrow$ frequenza (Hz)

Questa è l'equazione fondamentale di un'onda ed è valida per ogni tipo di onda.

Esempio.

Se un'onda compie un'oscillazione completa in un decimo di secondo e in tale intervallo di tempo percorre una distanza di 20m, la velocità di propagazione è:

$$v = \frac{20\text{m}}{0,1\text{s}} = 20\text{ m/s.}$$

LE ONDE MECCANICHE

Un mezzo che si deforma quando è sottoposto a uno sforzo, riassumendo poi la configurazione iniziale quando la causa della deformazione cessa, si dice mezzo elastico. Le onde che si propagano in un mezzo elastico si dicono onde meccaniche. Distinguiamo due tipi di onde meccaniche: le onde longitudinali e le onde trasversali. Le onde longitudinali differiscono da quelle trasversali per il modo nel quale le particelle si

muovono. In particolare in un'onda longitudinale lo spostamento delle singole particelle avviene nella stessa direzione della propagazione delle onde. Il suono è una tipica perturbazione longitudinale prodotta in un mezzo elastico, per esempio l'aria, da un corpo che vibra con una certa frequenza.

Le onde trasversali sono quelle in cui le particelle del mezzo oscillano in direzione perpendicolare alla direzione in cui si propaga l'onda.

Il principio di sovrapposizione avviene quando due o più onde si incontrano in un punto si sovrappongono e le loro ampiezze si sommano algebricamente.

Rifrazione e diffrazione

La rifrazione e la diffrazione sono due fenomeni che interessano le onde. Si ha una rifrazione quando un'onda incontra la superficie di separazione di due mezzi: una parte dell'onda viene riflessa nel primo mezzo, l'altra è trasmessa nel secondo mezzo si propaga con una velocità diversa.

La diffrazione, invece, è un fenomeno che si verifica quando l'onda incontra un ostacolo che ha dimensioni uguali o minori della lunghezza d'onda; in pratica l'onda che arriva sull'ostacolo lo aggira e prosegue il suo cammino indisturbata. La diffrazione si verifica anche quando l'onda incontra una fenditura che ha le dimensioni confrontabili con la lunghezza d'onda. Invece di proseguire dritta, dopo la fenditura si propaga un'onda circolare.

de onde sonore

Il suono è una perturbazione longitudinale prodotta da un corpo che vibra con una certa frequenza. Le corde vocali di una persona, le corde di una chitarra, gli altoparlanti, gli strumenti musicali, sono esempi di sorgenti sonore a noi familiari. Una sorgente sonora è un sistema in vibrazione. Le vibrazioni sono oscillazioni meccaniche di ampiezza molto piccola (ma di frequenza grande), non facilmente visibili a occhio nudo, ma rilevabili tramite un corpo molto piccolo. Queste vibrazioni sono trasmesse all'aria e si propagano fino al nostro orecchio o vengono captate da un microfono. La maggior parte dei mezzi materiali trasmette i suoni; nel vuoto, invece, il suono non si propaga. I mezzi materiali in cui il suono si propaga con difficoltà si chiamano isolanti acustici. Gli isolanti acustici sono utilizzati nelle abitazioni e negli uffici, per evitare che i rumori si propaghino dove è preferibile avere silenzio.

la propagazione del suono

Quando la membrana di un altoparlante vibra, essa mette in vibrazione anche le molecole d'aria circostanti. Queste molecole comunicano il loro movimento a quelle vicine che vibrano a loro volta: l'onda sonora si propaga nell'aria. Durante la propagazione di un suono c'è una compressione dell'aria e una decompressione. L'aria trasmette queste perturbazioni della pressione, che si propagano come onde. In un mezzo omogeneo, le onde sonore si propagano a velocità costante. Perciò se d è la distanza percorsa nel tempo t , la velocità del suono si calcola con la formula: $v = \frac{d}{t}$

Alla temperatura di 20°C e alla pressione di ~~aria~~ 1 atm , la velocità del suono nell'aria è circa 340 m/s .

ESEMPIO

Durante un temporale, lampi e tuoni sono generati nella stessa zona; prima si vede il lampo e dopo circa $3,0\text{ secondi}$ si sente il tuono. Trascurando la durata di propagazione del lampo, la distanza a cui è caduto il fulmine è:

$$d = v \cdot t = (340\text{ m/s}) \times (3,0\text{ s}) = 1020\text{ m}.$$

Il suono si propaga anche nei solidi e nei liquidi. Il valore della velocità del suono dipende dalla natura del mezzo. La velocità dipende anche dalla temperatura del mezzo in cui si propaga il suono. Esistono delle formule empiriche, cioè ricavate da esperimenti di laboratorio, che permettono di calcolare la velocità in modo approssimato.

La potenza della sorgente

Un rumore molto forte, per esempio quello di un ~~aereo~~ aereo che si alza in volo, può mandare in frantumi i vetri di una finestra. Un'esplosione vicino a un orecchio umano può danneggiare la membrana del timpano. Questi fatti ci inducono a pensare che il suono, come ogni altra onda, trasporti energia mentre si propaga. All'energia emessa da una sorgente sonora si dà il nome di energia acustica (o energia sonora). Una caratteristica distintiva delle sorgenti che producono il suono è la potenza acustica, cioè l'energia che essa emette nel tempo. Se con E indichiamo l'energia emessa in un intervallo di tempo ΔT , la potenza è:

$$\text{potenza acustica (W)} \rightarrow P_a = \frac{E}{\Delta T} \rightarrow \begin{matrix} \text{energia (J)} \\ \text{intervallo di tempo (s)} \end{matrix}$$

Esempio:

Un altoparlante che ha una potenza massima di 40 W può emettere suoni con un'energia massima di 40 J al secondo.

Perché quando ascoltiamo il suono emesso da un altoparlante, più siamo lontani più il suono ci sembra debole? La quantità di energia captata dal ricevitore dipende dalla distanza del ricevitore stesso dalla sorgente. Infatti, consideriamo due microfoni identici posti a distanze diverse; essi ricevono, nello stesso intervallo di tempo, una quantità di energia diversa. Inoltre, l'energia captata da un microfono dipende anche dalle sue dimensioni: maggiore è la superficie esposta all'onda sonora, più grande è la quantità di energia che esso riceve. L'intensità sonora

Il volume di un suono è determinato dalla sua intensità, cioè dalla quantità di energia che passa attraverso una data area in un definito intervallo di tempo. Se l'energia E passa attraverso l'area A nel tempo t , l'intensità I di un'onda che trasporta l'energia è:

$$I = \frac{E}{At}$$

Ricordando che la potenza è data dal rapporto fra l'energia e il tempo in cui viene sviluppata, $P = E/t$, possiamo esprimere l'intensità come segue:

$$I = \frac{P}{A}$$

Le unità sono quelle di una potenza (Watt) divisa per un'area (metri quadrati).

Il concetto di intensità non vale solo per il suono, ma anche per tutti i tipi di onde.

Per esempio, l'intensità della luce proveniente dal Sole, quando raggiunge l'alta atmosfera della Terra, è circa 1380 W/m^2 .

Esercizio

Un altoparlante emette 0,15 W di suono attraverso una superficie quadrata che ha il lato uguale a 2,0 m. Calcola l'intensità di questo suono.

• Soluzione

Applicando l'equazione $I = \frac{P}{A}$, con $A = (2,0 \text{ m})^2$, troviamo:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{0,15 \text{ W}}{(2,0 \text{ m})^2} = 0,038 \text{ W/m}^2$$

L'intensità a una distanza r da una sorgente puntiforme di potenza P è:

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \rightarrow \text{l'intensità è inversamente proporzionale al quadrato}$$

to della distanza delle sorgenti.

L'intensità sonora più debole che l'orecchio umano normale può percepire si chiama soglia di udibilità e vale circa:

$$I_{\text{min}} = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

Il suono più forte che l'orecchio può ~~sostenere~~ sopportare ha intensità:

$$I_{\text{max}} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$$

Nella vita quotidiana l'intensità sonora si misura in decibel (dB). Si tratta di un'unità di misura che non appartiene al SI, ma deriva dal confronto dell'intensità acustica con la soglia di udibilità.

L'effetto Doppler

Uno dei più comuni fenomeni fisici che coinvolgono il suono è il cambiamento di tono del fischio di un treno o del clacson di un'automobile quando ci sorpassano. Questo cambiamento di tono, dovuto al moto relativo delle sorgenti del suono rispetto al ricevitore, viene chiamato effetto Doppler, dal nome del

fisico austriaco Christian Doppler (1803-1853). Se ~~avete~~ ascoltiamo attentamente l'effetto Doppler, notiamo che il tono cresce quando la sorgente e l'osservatore si avvicinano, mentre diminuisce quando si allontanano.

Uno degli aspetti più affascinanti dell'effetto Doppler è che vale per tutti i tipi di fenomeni ondulatori e non solo per il suono: anche la frequenza della luce viene spostata per effetto Doppler quando c'è un moto relativo fra la sorgente e il ricevitore.

Sovrapposizione

La combinazione di due o più onde, che formano un'onda risultante, viene chiamata sovrapposizione. Quando le onde sono di piccola ampiezza, si sovrappongono nel modo più semplice: si sommano. Per esempio, consideriamo due onde su una corda, descritte dalle funzioni d'onda y_1 e y_2 . Se queste due onde passano per lo stesso punto nello stesso istante, il risultato è un'onda data da:

$$y = y_1 + y_2$$

Interferenza

Il principio di sovrapposizione porta a interessanti conseguenze. Consideriamo gli impulsi d'onda su una corda. Quando essi si combinano, se l'impulso risultante ha un'ampiezza uguale alla somma delle singole ampiezze dei singoli impulsi. Chiamiamo questa situazione interferenza costruttiva. D'altra parte si possono combinare anche due impulsi. In questo caso, lo spostamento positivo di un'onda si somma allo spostamento negativo dell'altra per creare uno spostamento risultante uguale a zero. I.e., gli impulsi momentaneamente si cancellano l'un l'altro. Questa è l'interferenza distruttiva.

È importante osservare che le onde non vengono semplicemente eliminate quando subiscono una interferenza distruttiva; gli impulsi d'onda continuano intatti dopo l'interazione.

Quando delle onde si combinano, formano una figura di interferenza, che ha zone di interferenza costruttiva e altre di interferenza distruttiva.

Onde stazionarie.

Quando pizzichiamo la corda di una chitarra o soffiando sull'apertura di una bottiglia per fare un fischio, diamo origine a onde stazionarie. In generale, un'onda stazionaria oscilla nel tempo, ma rimane ferma nella sua posizione. È in questo senso che l'onda viene chiamata «stazionaria».

Per alcuni aspetti, possiamo considerare un'onda stazionaria come il risultato di un'interferenza costruttiva di un'onda con se stessa.

Perché le onde stazionarie vengano prodotte solo quando sono soddisfatte particolari condizioni.