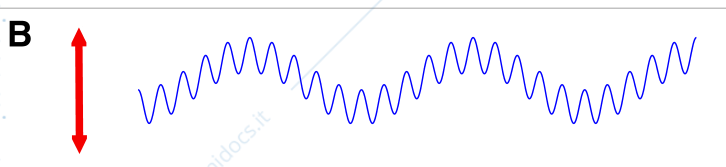
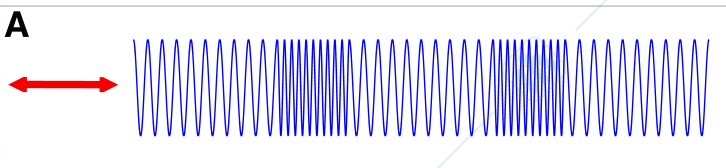


Onde

- Un'onda è una perturbazione che si propaga nello spazio e nel tempo, a volte (ma non necessariamente) con caratteristiche di regolarità e periodicità.
- La propagazione ondosa: modalità nuova di trasmissione dell'energia senza trasporto diretto di materia.
- Se la perturbazione (meccanica, sismica, elettromagnetica): è prima confinata in una zona di spazio e progressivamente si estende ad altre zone, siamo in presenza di un'onda.
- **onda unidimensionale** di tipo impulsivo: si perturba l'estremo di una corda, come nella frusta, e questa si sposta fino al capo opposto della corda.
- **onde bidimensionali**: sasso in una pozza d'acqua, onde si propagano sulla superficie come cerchi concentrici di raggio crescente a partire dal punto di impatto del sasso.
- **onde tridimensionali**: onde sonore: l'aria viene messa in vibrazione inizialmente in una zona ristretta, ad esempio dalla vibrazione di un diapason, ma, successivamente, in qualunque direzione ci si ponga rispetto alla sorgente, si percepisce il suono.

Onde

- **Onde trasversali:** la perturbazione è ortogonale alla direzione di propagazione (onde del mare ed elettromagnetiche)
- **Onde longitudinali** quando la perturbazione è lungo la direzione di propagazione (onde sonore e di compressione)



(A) Generazione di un'onda longitudinale.

(B) Generazione di un'onda trasversale. La freccia rossa indica la direzione della perturbazione esterna.

Parametri di un'onda

Se la perturbazione produce una vibrazione della sorgente di tipo periodico semplice l'onda generata si definisce onda armonica.

La funzione che descrive la propagazione di un'onda armonica ha la seguente forma:

$$f(x, t) = A \sin(\omega t - kx + \phi) = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{\lambda}x + \phi\right)$$

Funzione periodica, simile all'equazione per il moto armonico, ma:

- 1) L'onda consiste nella propagazione di una grandezza fisica nel tempo (pressione, campo elettrico, altezza di una corda, etc), quindi la dimensione fisica di A dipende dal tipo di onda, (nel moto armonico A è sempre una lunghezza)
- 2) L'onda è una funzione doppiamente periodica, sia nel tempo che nello spazio.

Onde

La doppia periodicità consente di:

- fissare un punto dell'onda nello spazio e osservarne la variazione nel tempo
- fissare un istante temporale e osservare la forma dell'onda nello spazio.

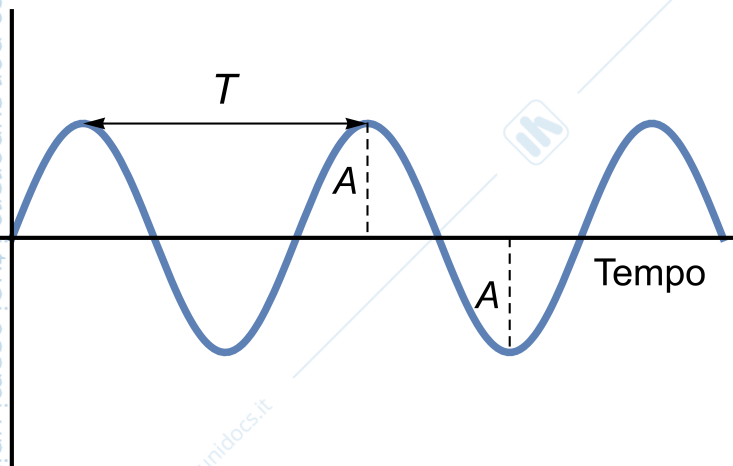


Grafico dell'onda in funzione del tempo.

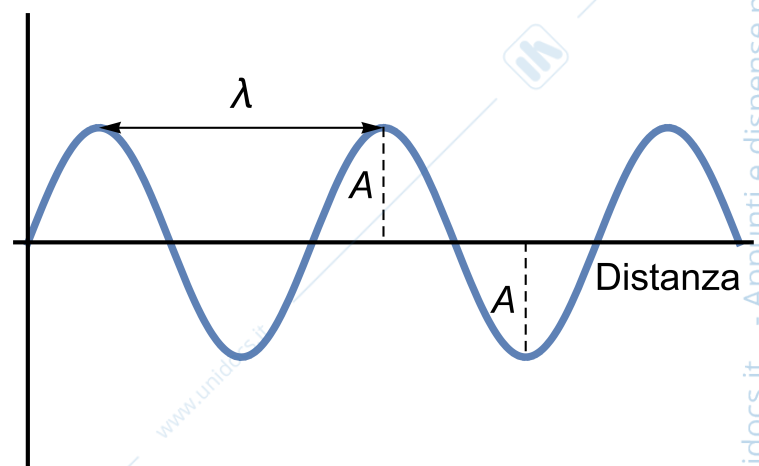


Grafico dell'onda in funzione della distanza.

Le proprietà “temporali” dell’onda sono identiche a quelle incontrate nei moti armonici e sono legate alla vibrazione armonica della sorgente che genera l’onda.

Il periodo T è il tempo necessario affinché un punto compia un’oscillazione completa, come per i moti armonici, il periodo T è legato alla frequenza ν :

$$\nu = \frac{1}{T}$$

Nel S.I. il periodo è misurato in secondi mentre la frequenza, definita come il numero di oscillazioni complete nell’unità di tempo, è misurata in hertz (Hz). Le grandezze caratteristiche dell’onda, lunghezza d’onda λ e periodo T , sono legate alla velocità di propagazione dell’onda v :

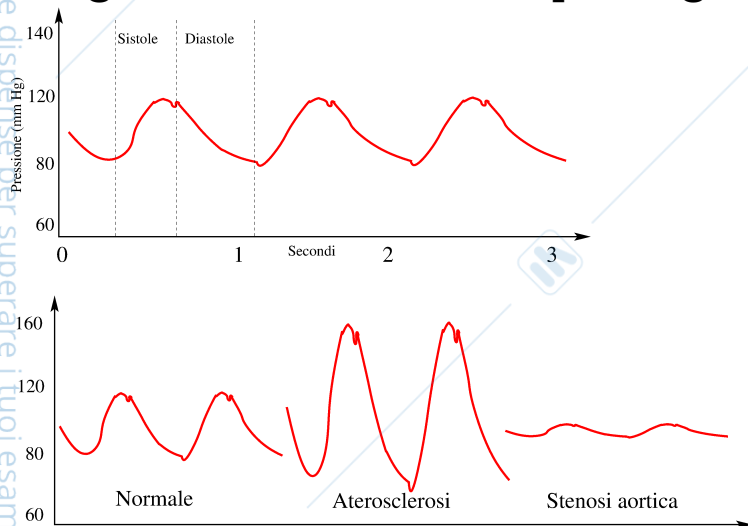
$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \nu$$

Parametri di un'onda

- l'ampiezza dell'onda, indicata con A , rappresenta il massimo scostamento dalla posizione di equilibrio, che può essere sia positivo che negativo
- la distanza fra due massimi (o fra due minimi) viene chiamata lunghezza d'onda λ e rappresenta la distanza percorsa dall'onda durante un'oscillazione completa
- La lunghezza d'onda λ nel S.I. si misura in metri. Il "numero d'onda" $k = 2\pi/\lambda$ si misura in m^{-1} : $\lambda = 2\pi/k$
- la pulsazione ω è legata alla frequenza di oscillazione dell'onda:
 $\omega = 2\pi\nu = 2\pi/T$,
- l'angolo ϕ è detto fase, e rappresenta l'ampiezza iniziale dell'onda

Onde

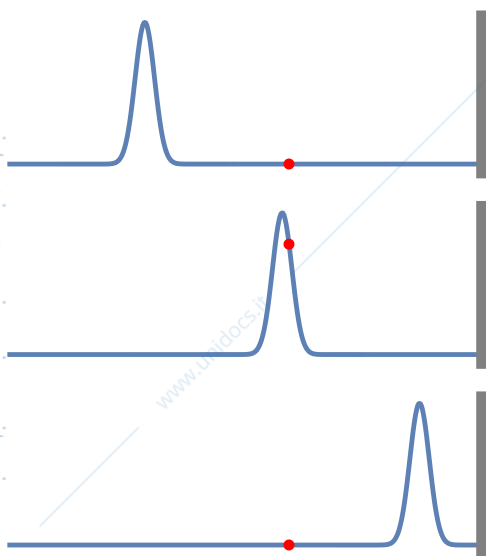
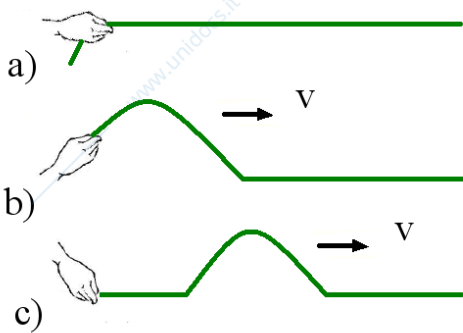
Il cuore esercita una pressione periodica sul sangue, che quindi ha una propagazione di tipo ondulatorio e approssimativamente sinusoidale, è legata all'attività elettrica cardiaca. Dalle sue variazioni è possibile diagnosticare anomalie e patologie



Onda periodica di pressione a livello aortico nel caso di una persona normale e confronto con alcune patologie cardiocircolatorie.

In prossimità delle arterie principali la pressione sanguigna ha un andamento pulsatile periodico, con valori di ampiezza tra 80 mmHg (pressione diastolica) 120 mmHg (pressione sistolica) frequenza di circa 1 Hz. Allontanandosi dal cuore, la pulsazione viene progressivamente smorzata dalle forze viscosse e dalla reazione elastica delle pareti dei condotti sanguigni, fino a diventare un flusso praticamente privo di pulsazioni a livello capillare.

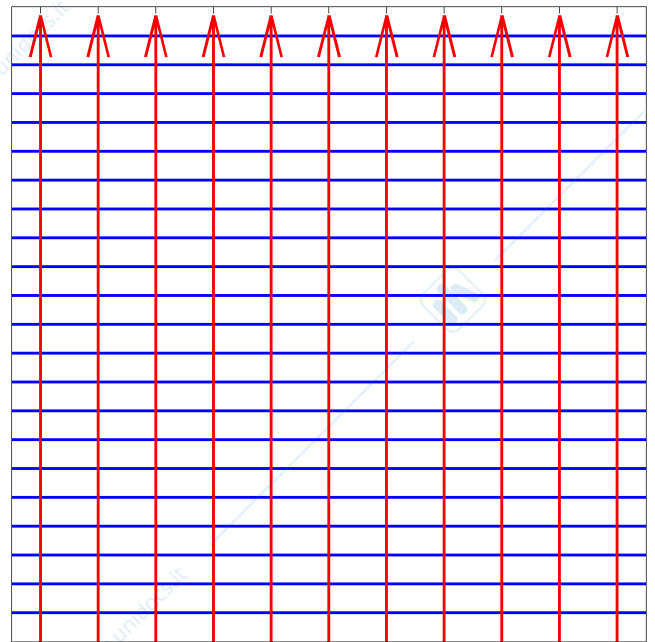
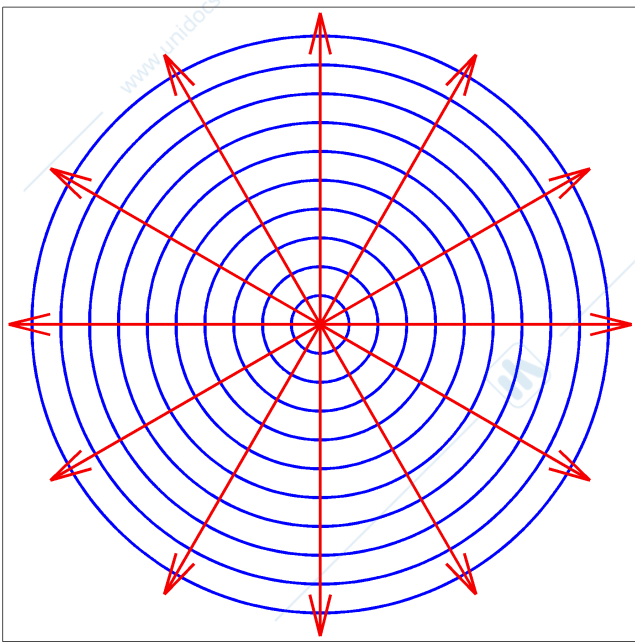
Onde unidimensionali sulla corda



L'impulso si propaga lungo la corda con una velocità che dipende dalla natura della corda e dalla forza applicata per tenerla tesa. La velocità di propagazione dipende anche dall'inerzia e quindi dalla massa della corda. Se attacchiamo una massa alla corda in un certo punto, quando tale punto viene raggiunto dalla perturbazione, la massa acquisisce una certa accelerazione

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

Fronti d'onda



Fronti d'onda (linee blu) e raggi (frecce rosse) per un'onda sferica (a sinistra) e un'onda piana (a destra). Per l'onda piana le direzioni sono tutte parallele tra loro, a indicare che c'è una unica direzione di propagazione.

L'energia totale trasportata dall'onda è data dalla somma dell'energia cinetica e dell'energia potenziale, e possiamo calcolarla ad esempio quando il punto materiale viene spostato alla massima distanza dalla posizione di equilibrio (corrispondente all'ampiezza A), posizione in cui è fermo (per cui $v = 0$):

$$E_T = K + U = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$$

Inoltre, ricordando la definizione di media su un periodo, e calcolando la media dell'energia cinetica e dell'energia potenziale su un periodo T abbiamo che $\langle K \rangle = \langle U \rangle = 1/2 E_T$, cioè, l'energia cinetica media è uguale all'energia potenziale media e vale la metà dell'energia totale (il simbolo $\langle \rangle$ indica la media, nel nostro caso su un intervallo di tempo pari al periodo T)

Onde

A partire dall'energia trasportata dall'onda possiamo definire la sua potenza (l'energia per unità di tempo) ed anche la sua "intensità" I , definita come l'energia E che fluisce nell'unità di tempo t attraverso un'area unitaria S perpendicolare alla direzione di propagazione dell'onda:

$$I = \frac{E}{S_{\perp} t}$$

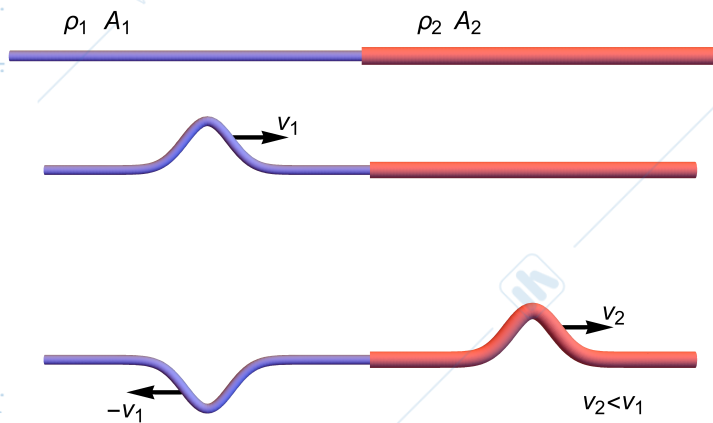
L'area unitaria dipende dalla dimensionalità dell'onda. Nel caso di onde unidimensionali come le onde meccaniche in una corda, non c'è nessuna area unitaria e l'intensità è semplicemente l'energia trasportata attraverso un punto della corda nell'unità di tempo. Nel caso di onde bidimensionali, come le onde in una superficie d'acqua, l'area unitaria si riduce a un segmento di lunghezza unitaria. Solo nel caso di onde tridimensionali si può parlare propriamente di area unitaria.

Nel caso di un'onda armonica l'intensità dell'onda varia nel tempo, e il valore medio dell'intensità $\langle I \rangle$ su un periodo T è proporzionale al quadrato dell'ampiezza A dell'onda, rimanendo costante nel tempo indipendentemente dalla distanza dalla sorgente:

$$\langle I \rangle \propto A^2$$

Onde

Un'onda di velocità $v_1 = \sqrt{\frac{F}{\rho_1 A_1}}$ si propaga da un mezzo meno denso ad uno più denso

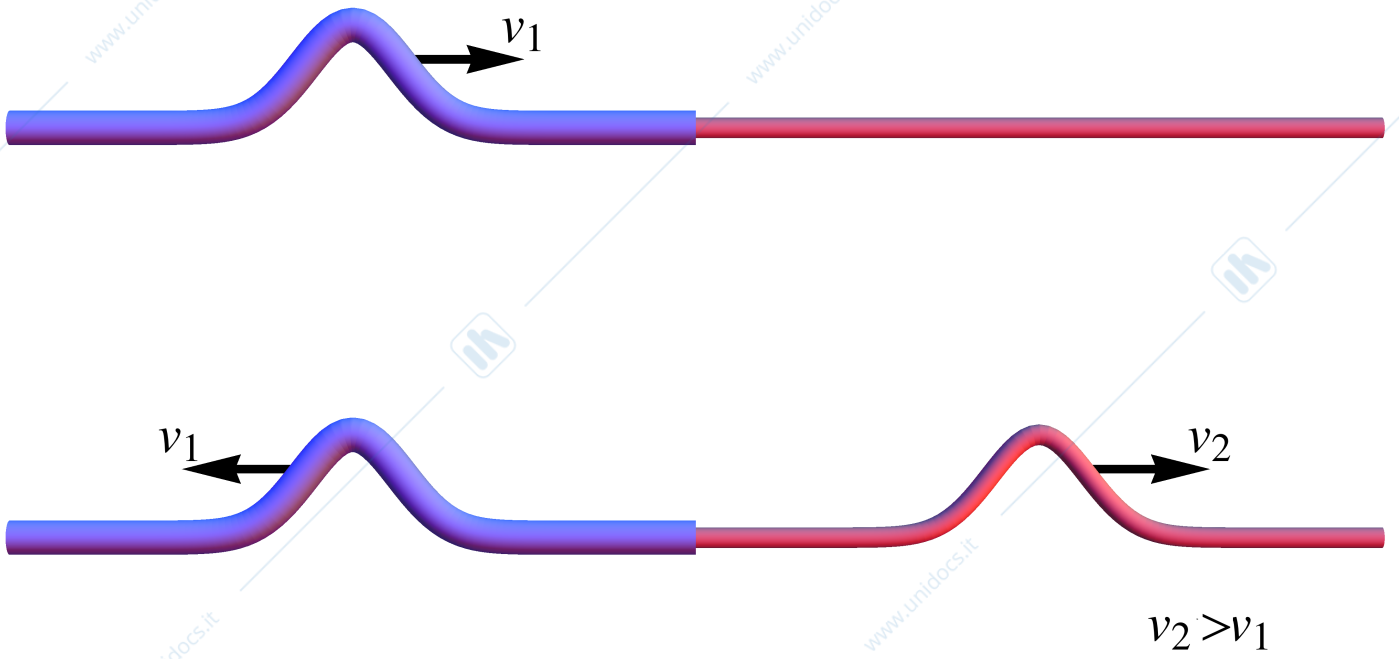


Nel punto di discontinuità, quest'onda si divide in un'onda rifratta, che si propaga con velocità: $v_2 = \sqrt{\frac{F}{\rho_2 A_2}}$ e un'onda riflessa che torna indietro con velocità $-v_1$.

Poichè $\rho_1 A_1 < \rho_2 A_2 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{\rho_2 A_2}{\rho_1 A_1}} > 1$ cioè $v_1 > v_2$.

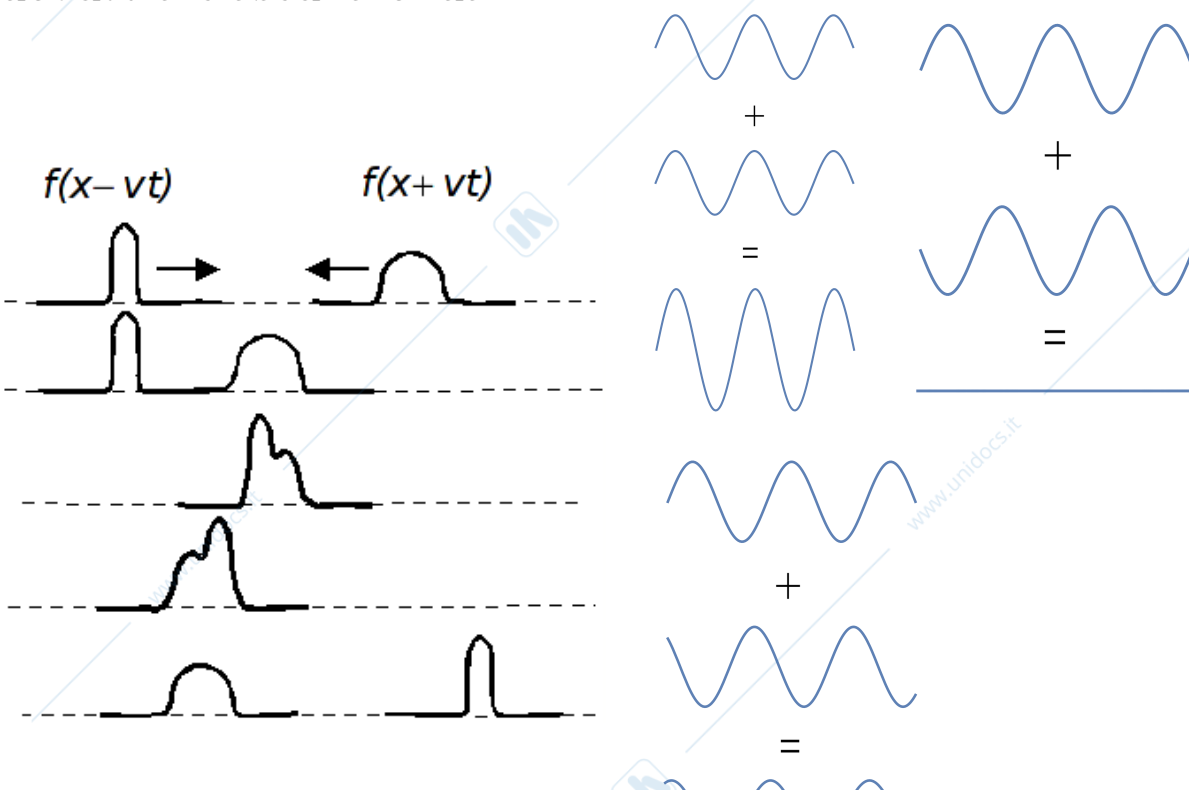
Quindi l'onda rifratta si muove più lentamente dell'onda riflessa.

Onde



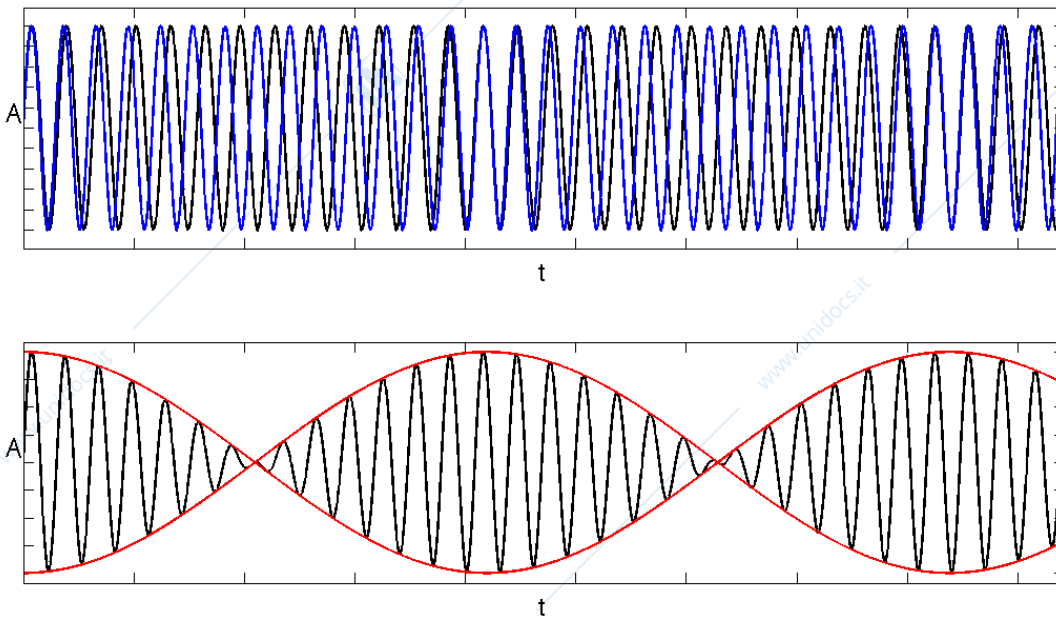
Principio di sovrapposizione

Due onde si propagano in un dato mezzo indipendentemente l'una dall'altra, la perturbazione complessiva è la somma delle perturbazioni dovute a ciascuna onda.



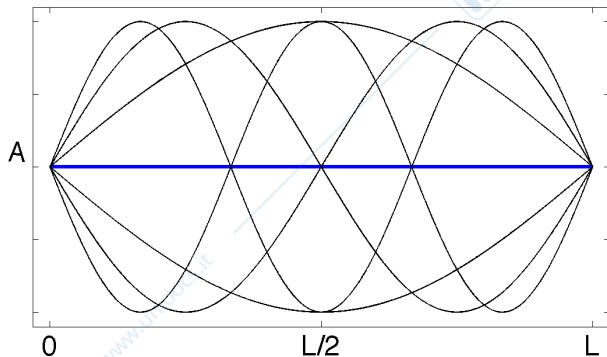
Battimenti

Sovrapposizione di due onde con una piccola differenza in frequenza. Le onde risulteranno in concordanza e in opposizione di fase in modo periodico in maniera tale da avere quella che viene detta interferenza temporale. Se, per esempio si mettono in vibrazione due diapason di frequenze leggermente diverse si udirà un suono periodico di intensità variabile.



Onde stazionarie

Corda fissata ad entrambi gli estremi: onda armonica, anche l'onda riflessa sarà un'onda armonica, la corda sarà simultaneamente sede sia dell'onda incidente che dell'onda riflessa. Le due onde dunque interferiranno l'una con l'altra.

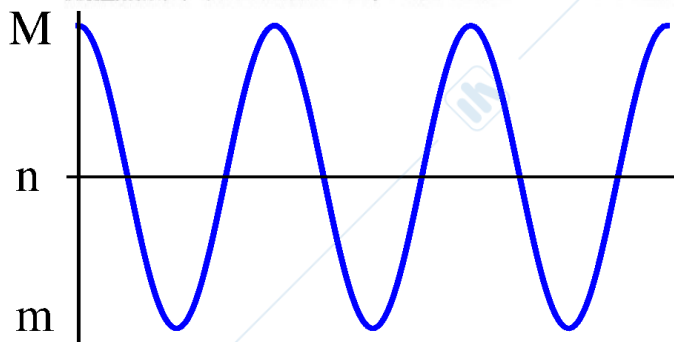
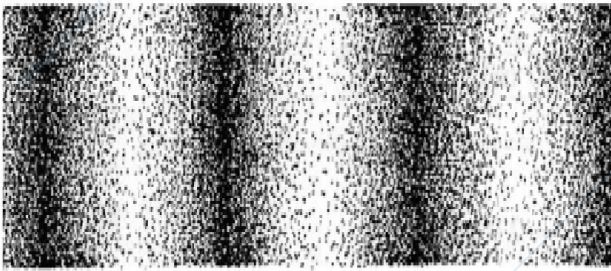


La trattazione matematica di questa situazione permette di concludere che le onde stazionarie generate da questa interferenza possono avere solo frequenze specifiche, espresse dalla formula:

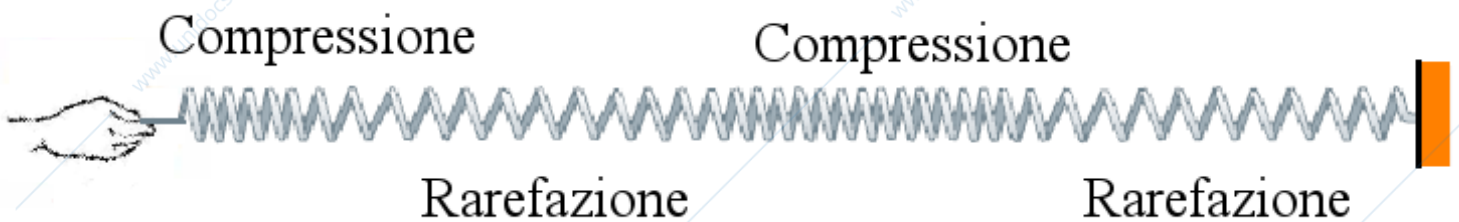
$$\nu_n = v \frac{n}{2L} ; (n = 1, 2, \dots) \quad (1)$$

dove L è la distanza fra i due estremi a cui è fissata la corda.

Onde sonore



Le onde sonore sono (diversamente dalle onde meccaniche in una corda) onde longitudinali, in cui la vibrazione delle particelle del mezzo è nella stessa direzione di propagazione dell'onda. Ad esempio lungo la molla si propagano una serie di compressioni e di espansioni o rarefazioni.



Onde

Le onde sonore, per propagarsi, richiedono l'esistenza di un mezzo le cui particelle vengano messe in vibrazione. Di regola questo mezzo è l'aria ma il suono può propagarsi anche in altri mezzi (acqua, solidi) seppure con velocità diversa :

<i>Materiale</i>	<i>Velocità (m/s)</i>	K_s
Aria	343	1.42×10^5 Pa
Elio	1005	
Idrogeno	1300	
Acqua	1440	2.2×10^9 Pa
Legno	4000	
Ferro	5000	160 GPa

$$v = \sqrt{\frac{K_s}{\rho}}$$

Con K_s coefficiente di rigidità (modulo di compressibilità e di elasticità per i gas) e ρ densità.

Onde

Le onde sonore sono caratterizzate da tre parametri:

- Tono
- Intensità o volume
- Timbro o qualità

Tono

Suoni acuti e gravi (es. violino e contrabbasso).

Galileo associò per primo queste sensazioni alla frequenza dell'onda sonora: più bassa è la frequenza, più grave è il suono, mentre più alta è la frequenza, più acuto è il suono.

L'orecchio umano percepisce suoni con frequenza compresa nell'intervallo 20-20000 Hz (banda dell'udibile).

I suoni a frequenza maggiore di 20000 Hz vengono detti **ultrasuoni** e possono essere percepiti da molti animali.

I cani ad esempio sentono suoni fino a 50000 Hz e i pipistrelli fino a 100000 Hz .

I suoni a frequenza minore di 20 Hz sono detti **infrasuoni**. Sorgenti di infrasuoni: terremoti, i tuoni e le vibrazioni di alcuni macchinari pesanti. Questi suoni, sebbene non udibili, possono recare notevoli effetti sul corpo umano attraverso fenomeni di risonanza.

Intensità

La distinzione fra suoni più forti e suoni più deboli dipende dall'**intensità** dell'onda (\propto al quadrato dell'ampiezza dell'onda e misurata in W/m^2).

L'orecchio umano percepisce suoni di intensità compresa fra $10^{-12} W/m^2$ e $1 W/m^2$ (al di sopra di questo valore si avverte una sensazione dolorosa).

La **percezione soggettiva** del volume di un suono non è proporzionale all'intensità dell'onda sonora: un suono percepito con un volume doppio richiede in realtà un'onda di intensità circa dieci volte superiore.

Per esempio, un'onda di intensità $10^{-2} W/m^2$ dà la sensazione di un suono circa due volte più forte di un'onda di intensità dieci volte più piccola, cioè $10^{-3} W/m^2$ e quattro volte più forte di un'onda di intensità $10^{-4} W/m^2$.

A causa di questa relazione fra volume percepito e intensità dell'onda, si preferisce misurare l'intensità del suono (cioè la grandezza fisicamente determinabile) usando una scala logaritmica

L'unità di misura di questa scala è il bel, anche se comunemente viene usato il decibel (dB) pari a 1/10 di bel. Il livello di intensità B di un'onda è definito dall'equazione ($1B=10dB$):

$$B(dB) = 10 \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

dove I è l'intensità dell'onda e I_0 è un'intensità di riferimento, di solito assunta pari alla soglia di udibilità ($1.0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$).

Ad esempio, il livello di intensità di un suono la cui intensità sia $I = 1.0 \times 10^{-10} \text{ W/m}^2$ sarà

$$B = 10 \log_{10} \left(\frac{10^{-10}}{10^{-12}} \right) = 10 \log_{10} (10^2) = 20dB$$

Si noti che il livello di intensità corrispondente alla soglia di udibilità 10^{-12} W/m^2 è $B = 10 \log_{10} \left(\frac{10^{-12}}{10^{-12}} \right) = 10 \log_{10} (1) = 0$.

Onde

Sorgente	Livello di intensità (dB)	Intensità (W/m^2)
Fruscio di foglie	10	1.0×10^{-11}
Sussurro	20	1.0×10^{-10}
Conversazione	65	3.2×10^{-6}
Traffico intenso	70	1.0×10^{-5}
Sirena a 30 m	100	1.0×10^{-2}
Concerto rock	120	1.0
Jet a 30 m	140	100

Timbro

Se un violino e un pianoforte emettono la stessa nota con la stessa intensità, si percepisce comunque una chiara differenza fra i due suoni: questa differenza viene espressa come differenza di timbro o qualità del suono.

Se un diapason che vibra emette una sola frequenza, uno strumento musicale emette di regola suoni dati dalla sovrapposizione di varie frequenze, ciascuna con diversa ampiezza.

Limitandoci al caso degli strumenti a corda, abbiamo visto che le onde stazionarie con cui una corda fissa agli estremi può vibrare corrispondono a valori definiti di frequenze: la frequenza più bassa prende il nome di fondamentale, le successive quello di prima, seconda armonica e così via.

Onde

Il suono emesso da uno strumento può essere dunque caratterizzato dall'insieme delle frequenze che lo compongono e dalla loro ampiezza relativa.

Tale procedura prende il nome di analisi armonica, e il risultato è descritto nel cosiddetto Spettro di Frequenza, un grafico che esprime l'intensità in funzione delle frequenze presenti. In generale ogni onda (sonora, luminosa, ma anche quelle di un elettrocardiogramma o di un elettroencefalogramma) è caratterizzata dal suo spettro di frequenze: un procedimento matematico (analisi di Fourier) permette di scomporre un'onda nelle sue componenti armoniche fondamentali (così come un vettore può essere scomposto nella somma di vettori di base). Da tale scomposizione è possibile dedurre proprietà dell'onda: il tipo di strumento che ha prodotto il suono, il tipo di materiale che ha prodotto l'onda luminosa, lo stato di salute del cuore osservato mediante ECG.

Indagini con onde sonore

Le onde sonore possono essere utilizzate per caratterizzare proprietà dei materiali, per stimare distanze e velocità, e anche per produrre immagini di componenti (organi e tessuti nel caso dell'ecografia) che non potrebbero essere visti direttamente (poichè ad esempio racchiusi in un compartimento).

Quando un'onda passa da un mezzo ad un altro subisce due fenomeni:

- la rifrazione, che altera la lunghezza d'onda (e la direzione) dell'onda
- la riflessione, per cui una parte dell'onda inverte la direzione tornando verso la sorgente.

Quando un'onda sonora attraversa l'aria (o l'acqua) e incontra un ostacolo come una parete rocciosa (o un fondale marino) viene riflessa all'indietro attraverso lo stesso mezzo da cui è arrivata.

Indagini con onde sonore

Conoscendo la velocità di propagazione nel mezzo, possiamo facilmente capire che parte dell'onda torna verso la sorgente che l'ha generata con un moto rettilineo uniforme lungo un percorso pari al doppio della distanza tra la sorgente e il corpo riflettente. Misurando il tempo impiegato dal segnale a tornare indietro possiamo quindi misurare la distanza tra la sorgente e l'ostacolo:

$$\Delta s = \frac{v \Delta t}{2}$$

Questo principio è applicato nei sonar (utilizzando onde sonore) e nei radar (che utilizzano onde elettromagnetiche), e costituisce anche la base dell'ecografia in campo medico.

Introduzione all'ecografia

Considerando il corpo come un insieme di mezzi approssimativamente omogenei (l'interno dei vari organi) separati da diversi "contenitori" (le superfici degli organi, le membrane e i vari tessuti interstiziali), un'onda in grado di penetrare il corpo verrà riflessa dalle varie interfacce incontrate.

Dato uno strumento (l'ecografo) in grado di generare onde sonore con regolarità e forme d'onda specifiche, e in grado di ricevere i segnali di ritorno dalle varie riflessioni e di misurarne l'ampiezza, in base ai tempi di ritorno è possibile avere una stima del segnale riflesso ad una data profondità.

Raccogliendo queste informazioni ed integrandole mediante algoritmi matematici, è possibile creare un'immagine che costituisce una sorta di "ombra" degli organi attraversati dall'onda.

Introduzione all'ecografia

In modo analogo alla Tomografia Assiale Computerizzata (TAC, che utilizza raggi X e proprietà differenti dell'interazione tra onde e materia), gli ecografi sono in grado di generare e raccogliere segnali da diverse angolazioni e quindi di ricostruire (a partire da multiple proiezioni bidimensionali) una immagine tridimensionale degli organi interni (o ad esempio del feto).

Per le caratteristiche dei mezzi attraversati all'interno di un organismo, le onde sonore utilizzate per questo tipo di indagini sono ultrasuoni con frequenze dell'ordine del MHz (tipicamente $2 - 5 \text{ MHz}$): per onde di queste frequenze infatti, l'acqua (che costituisce la maggior parte dei tessuti) risulta pressochè "trasparente", per cui sono solo i contorni degli organi a costituire potenziali superfici riflettenti.

www.unidocs.it

www.unidocs.it

www.



Onde



GCC (Fisica)

Onde

15 ottobre 2020

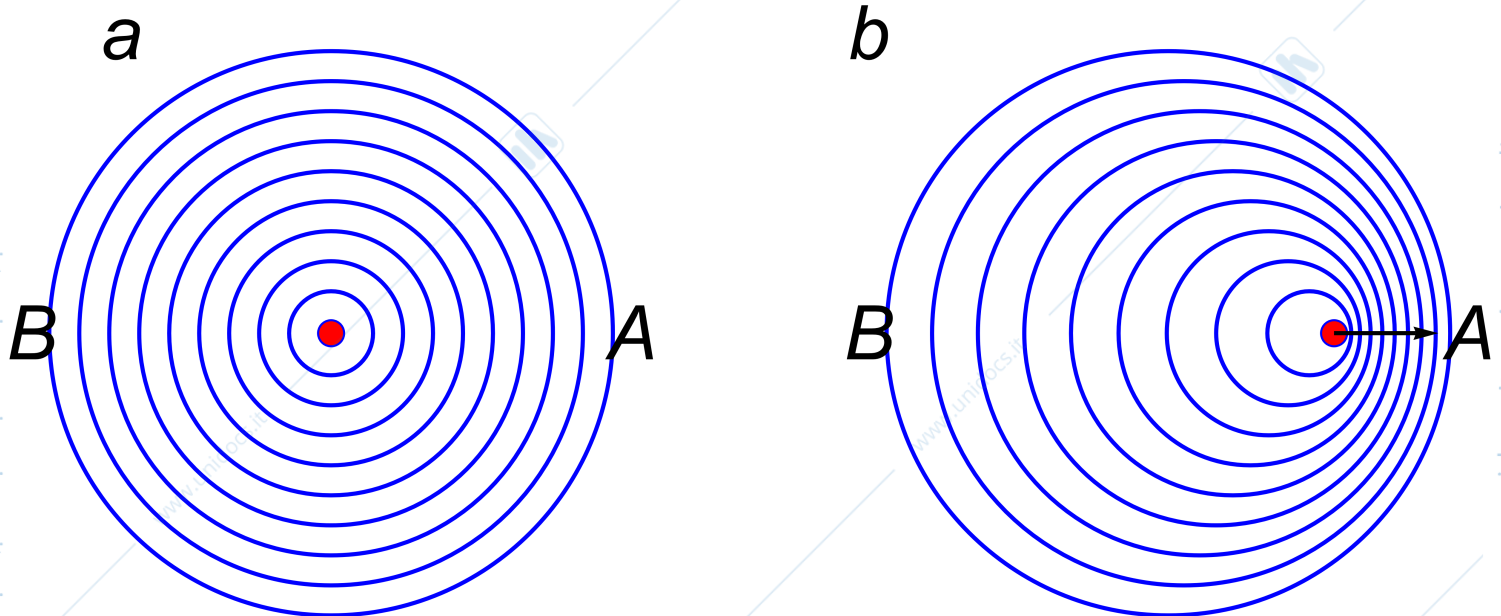
30 / 1

www.unidocs.it

www.unidocs.it

Onde

Se la sorgente che genera un'onda è in movimento, si osservano variazioni nelle proprietà dell'onda. Quando la sorgente è ferma, l'onda emessa ha la stessa lunghezza d'onda in tutte le direzioni; quando invece è in movimento, le lunghezze d'onda vengono "schiacciate" lungo la direzione del moto, e "dilatate" nella direzione opposta



Onde

- Sorgente sonora che emette onde sonore in aria di frequenza ν .
- Se v è la velocità del suono in aria $\lambda = \frac{v}{\nu}$ e $T = \frac{1}{\nu} = \frac{\lambda}{v}$

Se la sorgente si avvicina ad A con velocità v_{SOR} . La differenza di velocità fra il suono e la sorgente è:

$$v_R = v - v_{SOR}$$

Quindi la lunghezza d'onda corrispondente (quella che vede un osservatore A posto davanti alla sorgente) è data da:

$$\lambda_R = v_R T$$

Da questa relazione notiamo che essendo $v_R < v$ la lunghezza d'onda percepita dall'osservatore A deve essere minore di quella sonora.

Analogamente, se consideriamo un osservatore B posto dietro alla sorgente, e che quindi la vede allontanarsi, la velocità relativa (quella con cui si allontanano le onde sonore) sarà data da:

$$v_R = v + v_{SOR}$$

per cui in questo caso, essendo $v_R > v$, la lunghezza d'onda percepita dall'osservatore B sarà maggiore di quella del suono.

Un esempio pratico di questo effetto è dato dal suono percepito quando la sorgente si avvicina o si allontana da noi, come la sirena di una ambulanza in movimento: mentre si avvicina sentiamo il suono farsi più acuto, per poi diventare più grave mentre si allontana.

L'effetto Doppler viene anche enunciato in termini di scostamento sulle frequenze percepite.

Dimostrazione solo per il moto di avvicinamento

- A percepisce una lunghezza d'onda
 $\lambda_R = (v - v_{SOR})T = \lambda(1 - \frac{v_{SOR}}{v})$
- la frequenza dell'onda corrispondente sarà data da:

$$\nu_R = \frac{v}{\lambda_R} = \frac{v}{\lambda(1 - \frac{v_{SOR}}{v})} = \frac{\nu}{1 - \frac{v_{SOR}}{v}}$$

- poiché $v_{SOR} < v$, risulta che il denominatore è minore di 1 e la frequenza percepita è maggiore di quella emessa ($\nu_R > \nu$).

Se ad esempio consideriamo una sorgente in moto di avvicinamento con velocità $v_{SOR} = 30m/s$ che emette un'onda sonora di frequenza $\nu = 400 Hz$, un osservatore percepirà una frequenza ν_R data da:

$$\lambda' = \frac{400 Hz}{1 - \frac{30m/s}{343m/s}} \cong 440 Hz$$

(dove abbiamo utilizzato la velocità del suono nell'aria $v = 343m/s$).

Onde

L'effetto Doppler si manifesta anche quando è l'osservatore a muoversi rispetto alla sorgente: se v_O è la velocità dell'osservatore, con considerazioni analoghe a quelle precedenti si può mostrare che:

$$\nu_R = \left(1 + \frac{v_O}{v} \right) \nu$$

se l'osservatore si avvicina alla sorgente, mentre

$$\nu_R = \left(1 - \frac{v_O}{v} \right) \nu$$

se l'osservatore si allontana dalla sorgente. Si possono riassumere tutte le relazioni sin qui trovate in un'unica formula:

$$\nu_R = \left(\frac{v \pm v_O}{v \mp v_{SOR}} \right) \nu$$

dove i segni superiori si utilizzano nel caso dell'avvicinamento fra sorgente e osservatore, e quelli inferiori in caso di allontanamento.

Effetto Doppler da ostacolo in movimento

Quando un'onda sonora è riflessa da un ostacolo in movimento, la frequenza dell'onda riflessa, a causa dell'effetto Doppler, sarà diversa da quella dell'onda incidente. Consideriamo ad esempio il caso di un'onda sonora di frequenza $n = 6000 \text{ Hz}$ che incide su un oggetto che si sta avvicinando alla sorgente alla velocità di 4 m/s . In questo caso si ha a che fare con due spostamenti Doppler: il primo in quanto l'oggetto si comporta come un osservatore in movimento che si sta avvicinando alla sorgente; come tale esso percepisce una frequenza

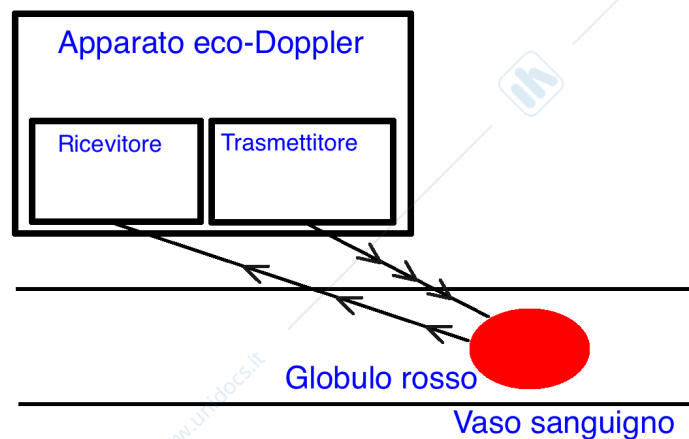
$$\nu' = \left(1 + \frac{v_O}{v}\right) \nu = \left(1 + \frac{4}{343}\right) 6000 \cong 6070 \text{ Hz}$$

In secondo luogo, l'oggetto si comporta nel riflettere il suono, come una sorgente in movimento, cosicché la frequenza riflessa è

$$\nu'' = \frac{1}{1 - \frac{v_S}{v_O}} \nu' = \frac{1}{1 - \frac{4}{343}} 6070 \cong 6140 \text{ Hz}$$

Flussimetria eco-Doppler

- Si sfrutta la riflessione di ultrasuoni (5MHz) sul sangue in movimento per caratterizzarne la velocità in modo non invasivo.
- Si applica lo strumento a contatto con la pelle, per impedire la riflessione nel cambio di mezzo dall'aria ai tessuti.
- Lo stesso apparecchio emettitore è anche dotato di sensori per la ricezione dell'onda riflessa dal sangue, che avrà subito una variazione della frequenza in funzione della velocità del sangue.



Onde

Quando un'onda passa da un mezzo ad un altro, si ha un trasferimento di energia: ("urto" dell'onda sull'ostacolo).

L'energia trasferita ha due effetti: meccanico (cessione di quantità di moto) e termico (cessione di calore).

Il primo fenomeno viene sfruttato per frantumare, e successivamente rimuovere, parti organiche (ad esempio tessuto tumorale, ma anche tartaro) con estrema precisione. Gli strumenti sono detti ablatori, utilizzano gli ultrasuoni che mettono in velocissima vibrazione la punta (tip) dello strumento. L'elevata frequenza fa sì che il trasferimento di energia sia fortemente localizzato nella regione toccata dall'ablatore, minimizzando i danni a tessuti circostanti.

La cessione di calore viene utilizzata negli HIFU, High-Intensity Focused Ultrasounds. L'apparecchiatura genera una onda ad ultrasuoni e concentra (tipo lente ottica) l'onda emessa in una regione molto piccola, aumentando l'intensità dell'onda incidente sui tessuti. La cessione di energia in questo caso provoca prevalentemente un effetto termico, aumentando la temperatura locale fino a temperature di circa 55°C distruggendo i tessuti investiti dall'onda. Le cellule così danneggiate muoiono, e successivamente vengono rimosse da normali processi biologici.