

---

# **LE ONDE E IL SUONO**

# CARATTERISTICHE DELLE ONDE

---

Un'onda è una perturbazione che trasporta energia da un posto ad un altro.

La propagazione di un'onda avviene tramite un impulso che si propaga in un mezzo con una certa velocità.

Il mezzo deve essere un materiale elastico. Ad esempio l'acqua, l'aria, una molla, ma anche una corda o la Terra.

# LA PROPAGAZIONE DELL'IMPULSO

---

- È possibile definire una funzione  $y = f(x)$  che descriva la propagazione dell'impulso a partire dall'istante  $t=0$  in cui esso viene prodotto.
- $f(x)$  descrive la deformazione del mezzo
- Dopo un certo periodo la deformazione del mezzo si è trasferita in un altro luogo del mezzo stesso con una velocità  $v$ , detta velocità dell'onda.
- Il mezzo assume la stessa forma ma traslata nella direzione di propagazione dell'onda di una lunghezza  $l=v \cdot t$ .
- Se la propagazione avviene in senso inverso alla direzione dell'asse  $x$  si dice regressiva.

---

# LA CLASSIFICAZIONE DELLE ONDE

- Onde meccaniche: si propagano in un mezzo materiale (aria, acqua, terra, ecc.) e seguono le leggi di Newton
- Onde elettromagnetiche: si propagano *anche* nel vuoto (es. luce) in cui hanno tutte la stessa velocità.
- Onde di materia:(elettroni, protoni...)

# ONDE PIANE ED ONDE SFERICHE

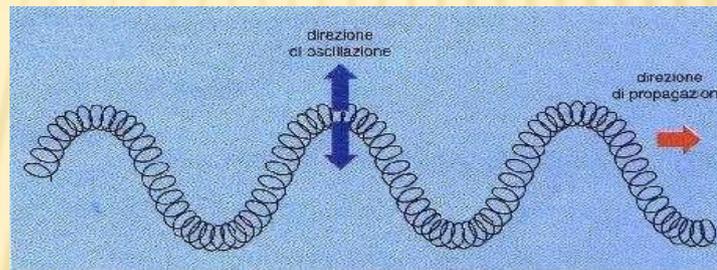
---

- Se il mezzo ha le stesse proprietà in ogni direzione dello spazio tutti i punti alla stessa distanza dalla sorgente sono investiti contemporaneamente dall'onda e si muovono in sincronia o in fase tra di loro. L'insieme di questi punti costituisce un fronte d'onda.
- Per un'onda che si propaga nello spazio tridimensionale i raggi di propagazione sono tutte le semirette che hanno origine nella sorgente ed i fronti d'onda sono superfici sferiche concentriche: abbiamo un'onda sferica.
- Allontanandosi dalla sorgente il fronte d'onda sferico diminuisce gradualmente la sua curvatura: a grandi distanze si può parlare di fronti d'onda piani o, più brevemente, di onda piana.

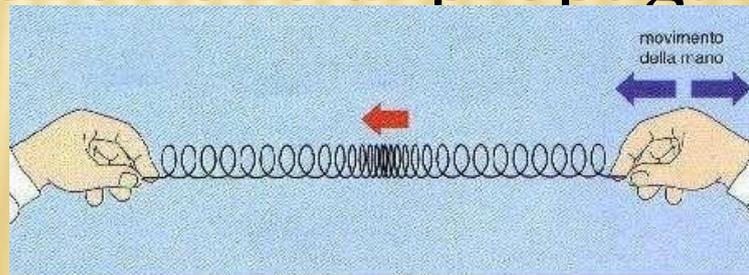
# ONDE TRASVERSALI E LONGITUDINALI

Esistono onde:

- Trasversali: la direzione della perturbazione è perpendicolare alla direzione di propagazione



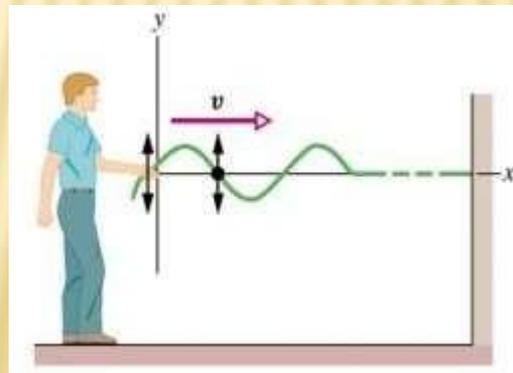
- Longitudinali: la direzione della perturbazione è parallela alla direzione di propagazione



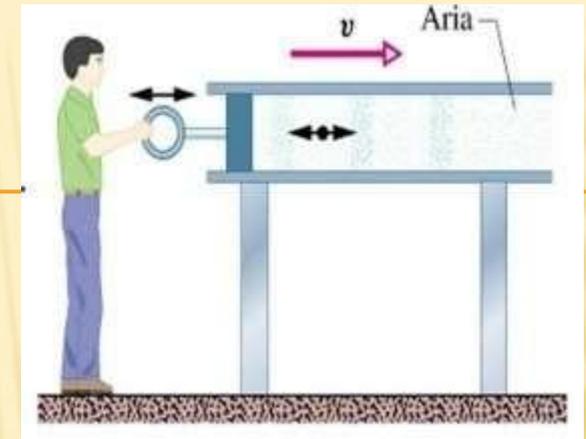
# ONDE TRASVERSALI

- Muovendo su e giù una corda si genera un'onda trasversale.
- L'impulso si propaga grazie alla tensione della corda.
- corda.

Lo spostamento di ogni elemento oscillante avviene perpendicolarmente alla direzione in cui viaggia l'onda.



# ONDE LONGITUDINALI



- Ad esempio un'onda longitudinale può essere generata da un pistone oscillante lungo un tubo pieno d'aria.
- Lo spostamento verso destra del pistone comprime l'aria ad esso più vicina aumentando localmente la pressione del fluido: ciò genera una forza che spinge a destra gli elementi più vicini.
- I movimenti degli elementi di fluido sono

# CARATTERISTICHE DELLE ONDE TRASVERSALI E LONGITUDINALI

---

Nei fluidi si possono trasmettere solo onde longitudinali, nei solidi anche quelle trasversali.

I fluidi, infatti, non hanno una forma propria, quindi mancano le forze di legame perpendicolari allo spostamento, mentre nei solidi le forze di legame sono maggiori in senso longitudinale che non in senso trasversale.

Per questo motivo la velocità di un'onda longitudinale è sempre maggiore di quella di un'onda trasversale.

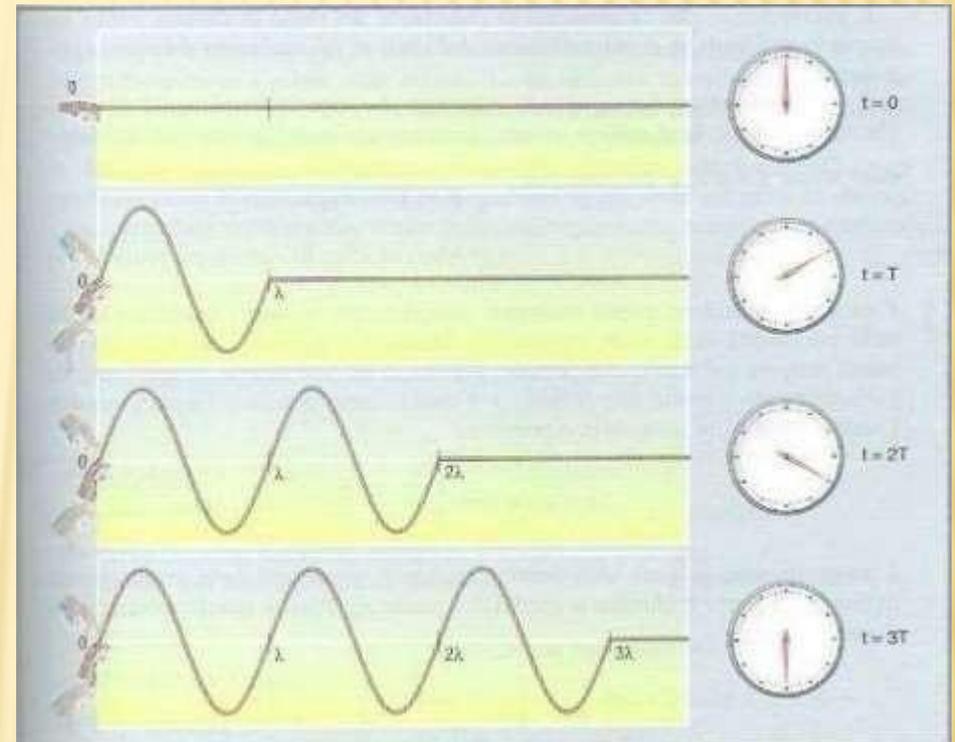
---

# ONDE PERIODICHE

- È possibile generare onde periodiche generando lo stesso impulso ad intervalli regolari.
- La funzione d'onda può dipendere sia dallo spazio che dal tempo
- Il moto periodico più semplice è quello armonico

# LA RAPPRESENTAZIONE SPAZIALE DI UN'ONDA

Se fotografiamo una corda in un dato istante, possiamo descriverne la forma, precisando lo spostamento  $y$  dei suoi punti dalla posizione di riposo. Questo spostamento cambia in funzione della  $x$  e la sua descrizione è la forma dell'onda.



---

# ONDE SONORE

- Le onde sonore sono longitudinali Non si
- propagano nel vuoto
- Sono dovute ad una compressione ed una successiva rarefazione dell'aria dovuta al movimento di una membrana
- Sono onde sferiche, perché il fronte d'onda è sferico.

# SUONI PURI E COMPLESSI

---

- Suono puro: le particelle investite dall'onda oscillano con moto armonico.
  - Suono complesso: le particelle investite dall'onda oscillano con moto periodico ma non armonico.
- Qualunque suono puro, come quello di una nota musicale, è descritto da tre diverse caratteristiche percettive: l'altezza,
- l'intensità e il timbro.
- Ciascuna di esse corrisponde a una grandezza fisica propria dell'onda associata: alla frequenza, all'ampiezza e allo spettro, rispettivamente.
- Il rumore, invece, è un suono complesso, dato dalla sovrapposizione casuale di frequenze diverse, non armonicamente correlate, che quindi non può essere descritto da questi tre parametri.

# CARATTERISTICHE DEL SUONO

---

- La frequenza rappresenta il numero di oscillazioni al secondo che l'onda compie durante la sua propagazione.
- Gli esseri umani sentono suoni con frequenze comprese fra 20Hz e 20kHz.
- Dalla frequenza dipende l'altezza del suono: maggiore è la frequenza, più alto è il suono percepito.  
Se la frequenza fondamentale è alta, il suono è acuto, altrimenti, se è bassa, il suono è grave.
- Il timbro dipende dalla legge con cui oscillano le particelle quando sono investite dall'onda.  
L'intensità è in relazione con l'energia del suono e con il suo volume.

# LA FREQUENZA DI UN SUONO

---

- La frequenza è la grandezza su cui si basa l'organizzazione dei suoni in scale musicali e la teoria dell'armonia.
- Un'ottava è per definizione l'intervallo che separa due note con frequenze l'una il doppio dell'altra.
- L'intervallo di un'ottava è suddiviso a sua volta in sette intervalli di frequenze, corrispondenti alle sette note musicali.
- Ogni coppia di note consecutive è caratterizzata da un rapporto di frequenze ben definito

# L'AMPIEZZA DI UN'ONDA SONORA

- Rappresenta il massimo spostamento, rispetto alla posizione di equilibrio, che le molecole del mezzo di propagazione compiono al passaggio dell'onda.
- Al crescere dell'ampiezza, aumenta la forza con la quale viene colpito il timpano dell'orecchio e quindi l'intensità con cui il suono è percepito.
- Dall'ampiezza dipende l'intensità del suono, vale a dire il rapporto tra la potenza trasportata dall'onda e la superficie su cui essa incide.



# L'INTENSITÀ DI UN SUONO

---

- È il rapporto tra la potenza media di un'onda sonora e l'area della superficie che da essa viene attraversata in un punto perpendicolarmente alla direzione di propagazione del suono.
- Vista l'ampia escursione delle intensità acustiche dei suoni udibili, si utilizza convenzionalmente una scala logaritmica, definita livello sonoro, misurata in decibel.

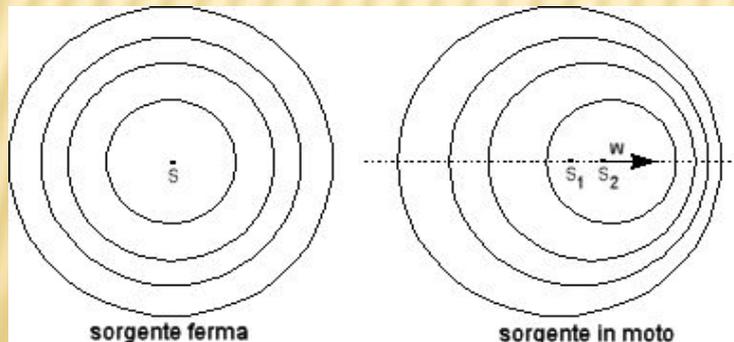
# LA VELOCITÀ DI PROPAGAZIONE DI UN SUONO

---

- La velocità di propagazione di un'onda sonora è il prodotto della sua lunghezza d'onda per la frequenza.
  - Dipende dal mezzo di propagazione e, in uno stesso mezzo e alla stessa temperatura, è uguale per tutte le frequenze.
- Nei liquidi e nei solidi, la velocità del suono è maggiore che nell'aria.

# EFFETTO DOPPLER

- È il fenomeno della diversa percezione della frequenza di un'onda quando esiste uno stato di moto relativo tra sorgente e ricevente
- Essendo il moto relativo, non c'è differenza sostanziale se a muoversi è la sorgente o il ricevitore.
  - sorgente in avvicinamento
  - sorgente in allontanamento



# DIFFRAZIONE

---

Quando un'onda incontra sulla sua strada un ostacolo è costretta a passare attraverso una piccola fenditura e in alcuni casi può raggiungere anche punti che non sarebbero raggiungibili se la propagazione avvenisse per raggi d'onda rettilinei. E' come se l'onda si rompesse e si ricomponesse, sparpagliandosi, al di là dell'ostacolo o della fenditura.

# PERCHÉ SI VERIFICA LA DIFFRAZIONE?

---

- un'onda è in grado di passare attraverso una fenditura senza modificare apprezzabilmente la forma dei suoi fronti d'onda se la dimensione della fenditura è molto maggiore della lunghezza d'onda dell'onda. Se la fenditura è stretta il fronte d'onda dell'onda incidente si deforma e diventa sferico.
- un'onda è in grado di aggirare un ostacolo se le dimensioni dell'ostacolo sono minori alla lunghezza d'onda dell'onda incidente.

# LA DIFFRAZIONE E IL SUONO

---

Quando un suono incontra un ostacolo, la sua capacità di aggirarlo dipende dal rapporto tra la dimensione dell'ostacolo e la lunghezza d'onda del suono. Nel caso del suono potremmo dire, a parità di dimensioni dell'ostacolo, che i suoni più graviaggirano più facilmente gli ostacoli.

# RIFRAZIONE

---

Nei mezzi caratterizzati da densità uniforme, le onde sonore si propagano in linea retta.

Esattamente come avviene per la luce, però, quando incidono sulla superficie di separazione tra due mezzi distinti, subiscono i fenomeni della rifrazione e della riflessione, che le portano a deviare dalla traiettoria originaria.

La velocità di un'onda cambia quando cambia la densità del mezzo in cui si propaga, quindi è impossibile avere contemporaneamente interferenza e rifrazione.

# ONDE STAZIONARIE

---

Le onde stazionarie sono particolari tipi di oscillazioni di un mezzo in cui l'energia non si propaga da un punto all'altro, come accade per le onde viaggianti, ma resta distribuita in modo invariato nel tempo .

In particolare esistono luoghi dello spazio in cui non si ha oscillazione , ed altri in cui si ha sempre la massima oscillazione e questi luoghi non cambiano nel tempo.

---

LAVORO SVOLTO

DA:

MATTIA

GENOVA

PIETRO TURI