

## INTRODUZIONE

**Introduzione.** L'acustica studia le onde di pressione e decompressione (ordine di grandezza: microbar) che, da una sorgente vibrante, si propagano entro un mezzo elastico, sovrapponendosi alla pressione statica esistente (ordine di grandezza: bar).

La *frequenza* di oscillazione (altezza del suono) dovrà ricadere nel campo fonico, ossia fra 20 e 18 000 Hz, con un rapporto di circa 1/1000 (per la luce l'analogo rapporto è di 1/2). Al disotto si ha il campo degli infrasuoni, al disopra quello degli ultrasuoni, usato fra l'altro per indagini tecniche, mediche ecc.

I *rumori* sono originati da vibrazioni aperiodiche, mentre i *suoni* sono dovuti a vibrazioni periodiche, le quali in generale (*suoni composti*) risultano dalla sovrapposizione di una *frequenza fondamentale* con *armoniche* di frequenza multipla (timbro). I *suoni puri*, risultanti da un'unica frequenza con andamento sinusoidale, sono generati da fonti artificiali appropriate. Frequenze fondamentali di voci e strumenti sono riportate nella tabella A. Naturalmente per avere una buona comprensibilità occorre coprire anche le armoniche, con un campo che va da 150 a 3000 Hz per la conversazione e da 40 a 10 000 Hz per la musica. Per effetto delle onde acustiche si ha un fluire di energia, non di materia. Da una sorgente puntiforme ideale il suono nello spazio libero di un liquido o di un gas si propaga in forma tridimensionale sferica. La *velocità* con cui le onde sonore viaggiano in alcuni mezzi elastici è fornita dalle tabelle B e C.

In un mezzo con velocità di propagazione  $c$  (m/s) la *lunghezza d'onda*  $l$  (m) è legata alla frequenza  $f$  (Hz) dalla relazione  $l = c/f$ . Ne consegue per esempio che per una medesima frequenza di 1000 Hz corrisponde una lunghezza di 0,344 m nell'aria a 20 °C e di 1,440 m nell'acqua, pure a 20 °C. Nell'aria in condizioni normali la lunghezza d'onda delle frequenze udibili varia fra 20 m e 2 cm.

Queste dimensioni, assai maggiori che nel caso della luce, hanno particolare importanza nei fenomeni di diffrazione. Quando un suono di lunghezza d'onda  $l$  incontra uno schermo nel quale è praticata una fessura di larghezza  $b$ , oppure un bordo del medesimo che ha spessore  $b$ , se  $l < b$  il suono passa indisturbato, se  $l > b$  il suono viene diffratto (fig. D). Poiché un suono è in generale la risultante di più frequenze (fig. E), alcune componenti possono restare indisturbate, altre no. In definitiva dal passaggio attraverso una fessura di uno schermo (o al bordo del medesimo) il suono può risultare alterato. Come per la luce e gli altri fenomeni ondulatori si hanno anche qui gli effetti della riflessione su una superficie rigida (il suono incidente e quello riflesso sono complanari e formano angoli eguali con la normale alla superficie nel punto d'incidenza) e di rifrazione (se un suono penetra la superficie fra un mezzo con velocità  $c_1$  e uno con velocità  $c_2$ , l'angolo incidente  $\alpha$  e quello rifratto  $\beta$  sono legati dalla relazione  $\sin \alpha / \sin \beta = c_1 / c_2$ ).

Per l'*effetto Doppler*, se la sorgente sonora che emette con una frequenza  $f_s$  (Hz) si muove con velocità  $v$  (m/s) lungo la congiungente con l'osservatore fermo, quest'ultimo percepisce una frequenza  $f_o$  (Hz) che è  $f_o = f_s / [1 \pm (v/c)]$  dove  $c$  (m/s) è la velocità di propagazione del suono nel mezzo. Il segno + vale se la sorgente si allontana dall'osservatore. Se è invece l'osservatore che si sposta con velocità  $v'$  (m/s) rispetto alla sorgente ferma, percepirà una frequenza  $f'_o = f_s \times [1 \pm (v'/c)]$ , in Hz, dove il segno + vale se l'osservatore si avvicina alla sorgente. Per numero  $M$  di Mach s'intende il rapporto fra la velocità  $v$  della sorgente e quella  $c$  di propagazione del suono. Il normale traffico aereo si svolge con  $M < 1$ . Per il Concorde si raggiunge  $M > 2$ .

## A Frequenze fondamentali di voci e strumenti

	da	a (Hz)
Basso	100	350
Tenore	150	500
Soprano	250	1200
Pianoforte	30	4000
Violino	200	3000
Violoncello	70	800
Tromba	200	1000

B Velocità  $c$  (m/s) di propagazione del suono

Gas a 20 °C e 1013 mbar		Liquidi a 20 °C	
Aria	344(1)	Acqua dolce	1440
Biossido di C	260	Acqua di mare	1500
Azoto	350	Benzina	1170
Ossigeno	320	Alcool etilico	1165
Idrogeno	1300		
Solidi a 20 °C			
Acciaio	5050	Calcestruzzo	3100
Alluminio	5200	Granito	3950
Piombo	1200	Muratura	da 3500 a 4000
Rame	3500	Vetro flint	3700
Zinco	2700	Vetro crown	5300
Polietilene	540	Legno di abete	3320
PVC rigido	1700	Sughero	500
Porcellana	4880		

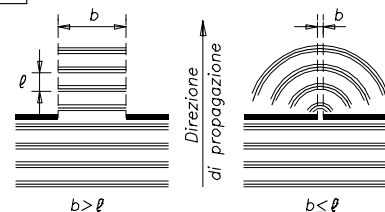
(1) per l'aria  $c = ca\ 331,4 + 0,62\ t$  alla temperatura di  $t$  °C

## C Velocità del suono nell'acqua alle diverse temperature

Temperatura °C	20	50	100	150	200	250
Velocità m/s	1440	1530	1540	1490	1340	1100

N.B. : Acqua surriscaldata per temperatura > 100 °C

## D Diffrazione di onda piana



## E Suono composto (4 frequenze)

