

ACUSTICA

studia i fenomeni relativi alla produzione, propagazione e rilevazione delle onde acustiche

TRACCE di STORIA

VI secolo a.C. I PITAGORICI determinano le relazioni tra la lunghezza di una corda vibrante e l'altezza dei suoni emessi.

I secolo a.C. VITRUVIO studia le conseguenze negative dell'eco sull'acustica dei teatri e afferma che il suono si propaga attraverso il movimento di onde circolari nell'aria finché non incontra un ostacolo che ne interrompe il moto e lo rimanda indietro, sconvolgendo il contorno delle onde successive.

XVII secolo. MERSENNE studia le vibrazioni delle corde (AC1) ed esegue misure sulla velocità del suono nell'aria; GALILEO rende visibili le onde sonore sulla superficie di un bicchiere d'acqua; von GUERICKE in-

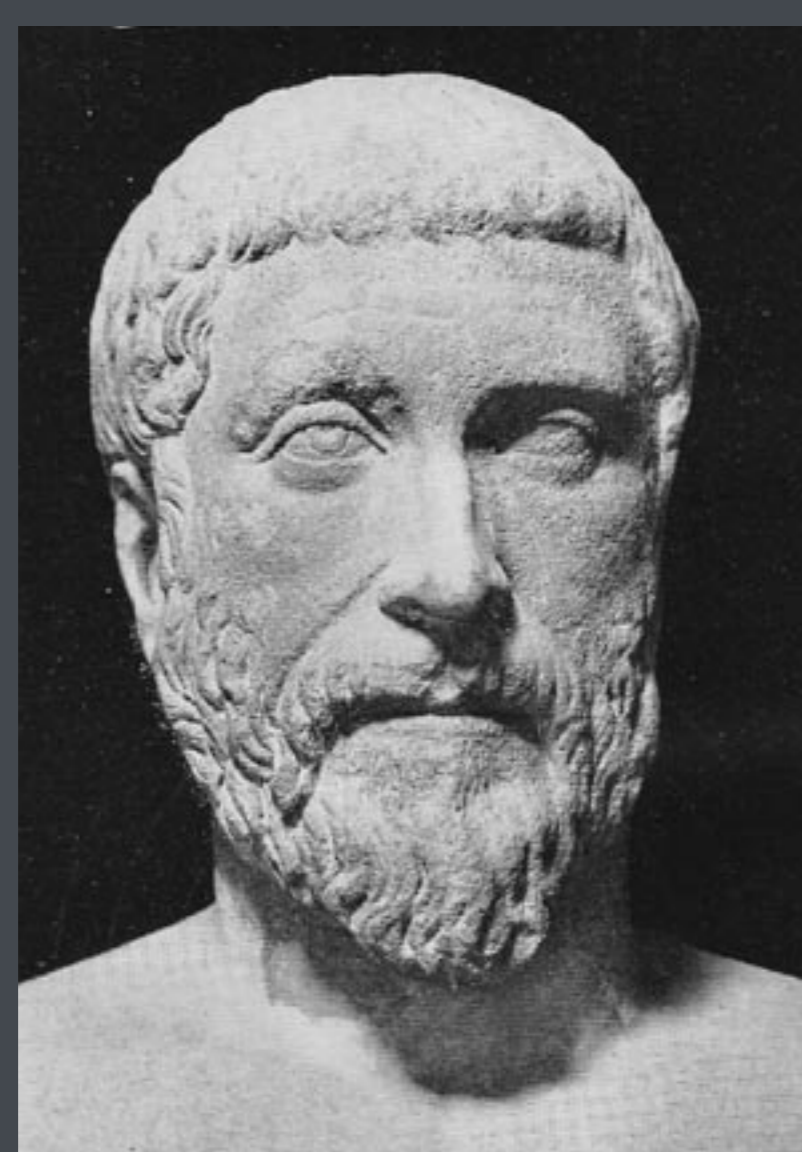
venta la pompa ad aria e osserva che il suono non si propaga nel vuoto (AC2); HUYGENS considera il suono costituito da vibrazioni longitudinali provocate dalle molecole dei corpi elastici; NEWTON determina la velocità del suono in un mezzo qualsiasi.

XVIII e XIX secolo. CAGNARD DE LA TOUR mette in evidenza la relazione tra altezza del suono e numero di vibrazioni (AC3); SAVART determina i limiti di udibilità dell'orecchio umano; CHLADNI studia la vibrazione di piastre e membrane; HELMHOLTZ, KOENIG e QUINCKE eseguono esperimenti per analizzare e visualizzare un suono tramite fiamme (AC4); si approfondiscono le esperienze su risonanza, interferenza e battimenti

(AC5); DOPPLER analizza il cambiamento di frequenza di un'onda quando sorgente e osservatore si muovono; BLASERNA riunisce le conoscenze di acustica e musica (AC6 - AC10) e utilizza strumenti per evidenziare il fenomeno di riflessione del suono; DUHAMEL registra su una lastra annerita di fumo le vibrazioni della punta di un diapason; ARAGO e HUMBOLDT determinano la velocità del suono.

XX secolo. L'elettroacustica consente l'analisi di fenomeni oscillatori di frequenza superiore al limite di udibilità e lo sviluppo delle telecomunicazioni, della registrazione e riproduzione del suono.

BIOGRAFIA di un'IDEA: LE NOTE E LA FORMA DEL SUONO



PITAGORA

Gli strumenti a corda sono quelli che per produrre suoni sfruttano corde pizzicate, sfregate o percosse. Hanno tutti come origine comune il monocordo, utilizzato per studiare i rapporti tra i suoni, gli accordi e l'armonia tramite la suddivisione di una funicella elastica, filiforme e tesa tra due estremità.

Il monocordo è composto da una tavola su cui è tesa, tra due ponticelli fissi, una sola corda di budello fissata da un lato ad un perno fisso, dall'altro ad un peso che ne regola la tensione. Sotto la corda viene spostato un terzo ponticello che permette di far variare la porzione vibrante e di ottenere suoni di altezza musicale diversa.

La corda elastica, pizzicata in un punto, trasmette la perturbazione agli estremi, dove si riflette e torna indietro. Per un breve intervallo di tempo si ottiene una sovrapposizione disordinata di onde, fino al raggiungimento di uno stato stazionario. Mentre la corda oscilla in alcuni punti la vibrazione ha massima ampiezza (ventri), in altri è nulla (nodi).

Il suono dipende dallo spessore, dalla lunghezza e dalla tensione della corda; se spessa e pesante si otterrà un tono più grave, se lunga un tono acuto. Se la tensione aumenta il suono cresce.

Con il cavalletto mobile è possibile definire quale lunghezza deve avere una corda affinché, a parità di condizioni, si ottenga la successione delle differenti note della scala musicale.

Se fatta vibrare con i nodi alle estremità e un ventre centrale produce la nota più bassa possibile e vibra con la sua frequenza fondamentale. Il ponticello mobile può essere utilizzato per dimezzare la corda; pizzicando una delle parti il numero di vibrazioni nell'unità di tempo raddoppia e la nota sale di una ottava rispetto a quella prodotta dalla corda intera. Se la corda è divisa in due parti, una doppia dell'altra, pizzicando la parte più lunga la frequenza aumenta di una volta e mezza e si ottiene la quinta. Se le due parti sono una il triplo dell'altra si ottiene la quarta. Partendo, ad esempio, dalla nota "do" come frequenza fondamentale, la quinta corrisponde al "sol", la quarta al "fa".

La legge che regola la vibrazione di una corda elastica stabilisce una relazione di proporzionalità inversa tra la lunghezza della corda e la frequenza del suono prodotto.

CHLADNI



È possibile dimostrare la connessione tra suono e realtà fisica e rendere visibile ciò che è generato dalle onde sonore. Esperienze precedenti hanno proposto una corrispondenza tra note della scala musicale e colori dell'arcobaleno e realizzato un clavicordo che consente a persone prive di udito di visualizzare la musica.

Per produrre un'immagine dinamica della musica e visualizzare i suoni tramite figure di polvere si utilizzano lastre metalliche di varie leghe con forma geometrica regolare, disposte orizzontalmente e fissate a un sostegno verticale. Le lastre vengono fatte vibrare tramite un archetto da violino sfregato in un punto a margine. Si produce un suono e sulla lamina si generano onde che formano zone ventrali fortemente in vibrazione e nodali di oscillazione nulla. Se si cosparge la superficie con granelli di sabbia molto fine, questi si allontanano danzando dalle aree di maggiore movimento vibratorio e si concentrano in quelle di vibrazione nulla. Le figure si dispongono simmetricamente e si riproducono in modo identico se sottoposte alle stesse condizioni.

Le posizioni delle linee nodali variano secondo la forma delle piastre, le dimensioni, l'elasticità, il modo e la frequenza con cui vengono fatte vibrare.

Si prenda una lastra quadrata sfiorata da un archetto nel punto medio di un lato mentre un dito blocca uno dei vertici; si ottengono due linee nodali di sabbia disposte lungo le diagonali. Se, invece, si eccita la lastra in un vertice e si fissa il punto medio di uno dei lati adiacenti, le linee di sabbia formano due segmenti passanti uno per il centro del quadrato e l'altro per il punto fisso.

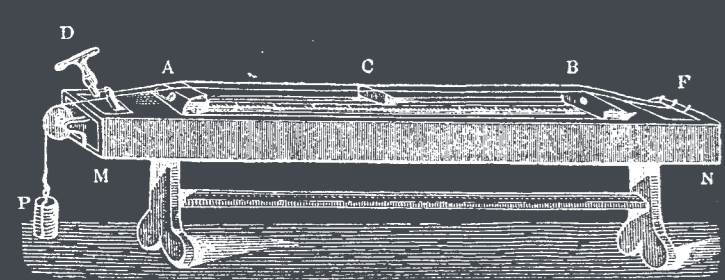
Se una lastra circolare, sulla quale sono fissati due punti a novanta gradi, viene sollecitata nel punto medio situato a quarantacinque gradi da essi, si ottengono due linee nodali perpendicolari fra loro passanti per i punti fissi della circonferenza. Nel caso in cui i punti fissi siano distanziati di sessanta gradi e si perturbi il margine nel punto medio, la polvere si dispone secondo sei raggi e scompone il cerchio in sei settori.

Le figure prodotte, simili ad arabeschi, variano per numero e forma secondo la loro figura geometrica, la posizione dei punti fissi, il materiale costituente e la frequenza di vibrazione. Più il suono è acuto, maggiore è il numero delle linee.

ACUSTICA

OGGETTI e STRUMENTI

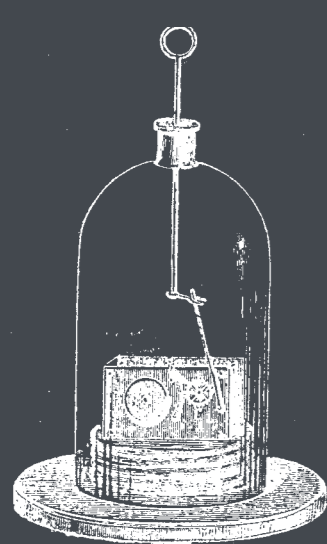
AC1 SONOMETRO



Strumento che serve a verificare le leggi delle vibrazioni delle corde. È costituito da una cassa armonica lunga circa un metro, sulla quale sono tese delle corde sonore, fissate da una parte e regolabili dall'altra. Se si pizzica una delle corde, la seconda corda vibra per risonanza con la stessa

frequenza, dando vita a punti nodali in sintonia con quelli della prima corda; si può osservare la vibrazione ponendo a cavallo delle corde dei pezzettini di carta: quelli che si trovano nei ventri vengono espulsi, mentre quelli situati nei nodi, dopo un leggero spostamento, restano in posizione.

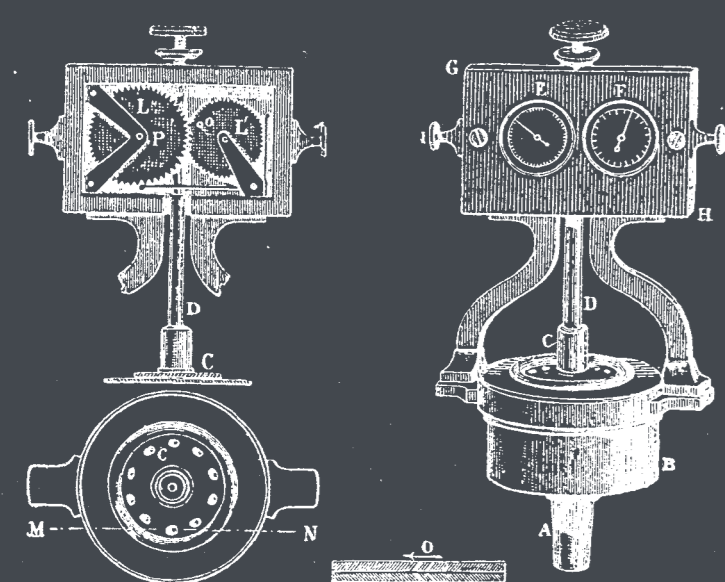
AC2 SUONERIA SOTTO CAMPANA DI VETRO



Fin dal Seicento era nota la necessità di un mezzo materiale per la propagazione del suono. Lo strumento che permette questa verifica è un tipico apparecchio per dimostrare che il suono si propaga

nell'aria ma non nel vuoto; è costituito da una campana di vetro, contenente un campanello, collegata ad una macchina pneumatica; azionato il campanello, tolta l'aria non si ode più alcun suono.

AC3 SIRENA DI CAGNIARD DE LA TOUR

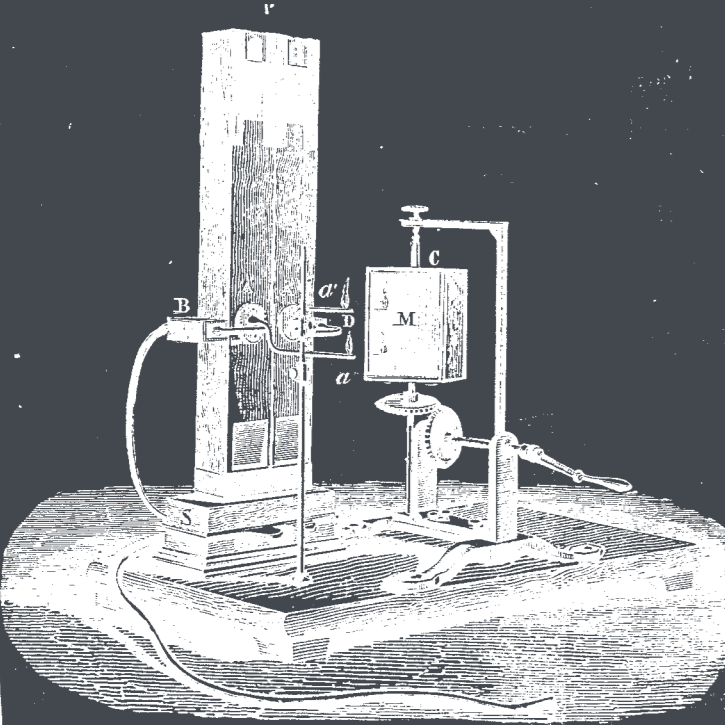


Questo apparecchio, ideato da C. Cagniard De la Tour nel 1819, serve a misurare la frequenza delle vibrazioni che dà la differenza fra suoni acuti e gravi: quanto più è elevata la frequenza, tanto più il suono è acuto.

È costituito da una camera cilindrica munita di un tubo, per mezzo del quale essa viene adattata ad un mantice. La parte superiore è chiusa da un disco munito di una serie di fori equidistanti, disposti secondo un cerchio. La caratteristica principale dello strumento consiste nel-

la capacità di far ruotare il disco forato con lo stesso flusso d'aria che genera il suono. Volendo misurare il numero di vibrazioni corrispondenti ad un determinato suono si regola la pressione dell'aria, e quindi la velocità di rotazione, in modo che il suono emesso dalla sirena sia della stessa altezza del suono dato; poi si mette in azione il contatore, misurando il numero di giri fatti dal disco mobile nell'unità di tempo; questo, moltiplicato per il numero dei fori contenuti nel disco, dà la frequenza.

AC4 FIAMME CANTANTI CON SPECCHIO ROTANTE



Apparecchio composto da quattro bechieri a gas regolabili per mezzo di chiovette e disposti in canne di vetro, di varie altezze. L'immagine delle fiamme cantanti viene osservata mediante uno specchio rotante con asse e velocità opportuni, formato da quattro specchi posti sulle facce di un parallelepipedo. Una perturbazione nella fiamma di un gas che brucia dentro un tubo, provoca un'onda di pressione nell'aria contenuta

nel tubo, producendo un suono. Quando la fiamma è silenziosa, se la si osserva su uno specchio piano rotante, si vedrà una zona luminosa dovuta alla persistenza delle immagini sulla retina. Facendo in modo che una piccola fiamma si metta a cantare e ripetendo la prova dello specchio rotante non si vedrà più una zona luminosa continua, ma una serie di fiammelle separate da spazi oscuri.

AC5 SOMIERO A DUE CANNE PER ESPERIENZE DI INTERFERENZA E BATTIMENTI



L'interferenza di due suoni avviene quando due onde che si propagano si sovrappongono; se esse hanno la stessa lunghezza d'onda, la stessa ampiezza e sono in fase avremo un suono più forte, se invece sono in opposizione di fase si elideranno e avremo il silenzio.

Si prendano due tubi sonori, collegati ad un serbatoio detto somiero, che diano suoni poco diversi in altezza; si avrà la percezione di un suono d'intensità variabile con rinforzi e indebolimenti periodici, chiamati battimenti.

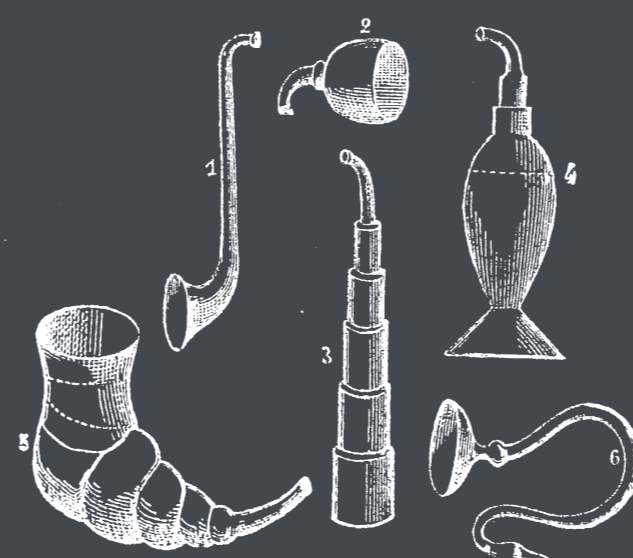
AC6 METRONOMO



Questo strumento veniva utilizzato per misurare brevi intervalli di tempo; il vantaggio dell'uso di questo strumento era che il tempo veniva scandito dalla cadenza

del rintocco e perciò non era necessario distogliere gli occhi dall'esperimento; lo svantaggio era che bisognava contare i battiti e che la carica non durava a lungo.

AC7 CORNETTO ACUSTICO



È uno strumento di cui si servono le persone deboli di udito. È formato da un tubo di forma conica, la cui estremità ristretta si introduce nell'orecchio, mentre l'altra si trova dalla parte della persona che parla. Le onde sonore penetrano

attraverso un largo padiglione nel tubo e diminuiscono di volume propagandosi; la loro ampiezza diventa perciò molto più grande, e l'intensità del suono che arriva all'orecchio è così aumentata.

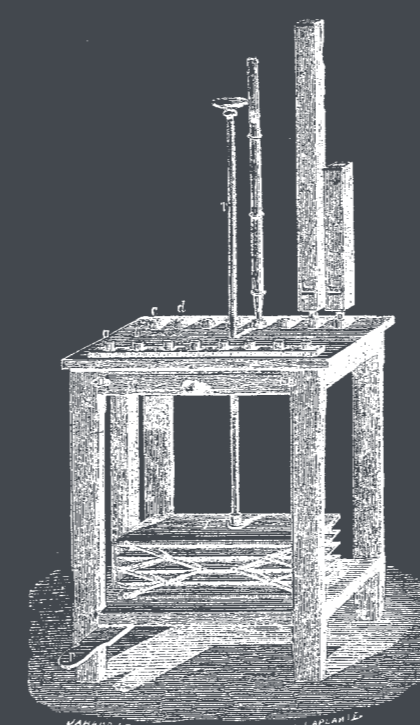
AC8 PORTAVOCE



Strumento col quale si possono trasmettere i suoni ad una certa distanza; veniva utilizzato per parlare da una nave ad un'altra o tra una nave e la costa. È costituito da un lungo tubo conico che termina dalla parte più larga in un padiglione svasato, e dall'altra in una aper-

tura che si applica alla bocca. Parlando in questo tubo, il suono viene trasmesso nella direzione del suo asse con notevole intensità. Il fenomeno è dovuto alla riflessione del suono sulle pareti interne dello strumento; le onde sonore vengono così convogliate nella direzione desiderata.

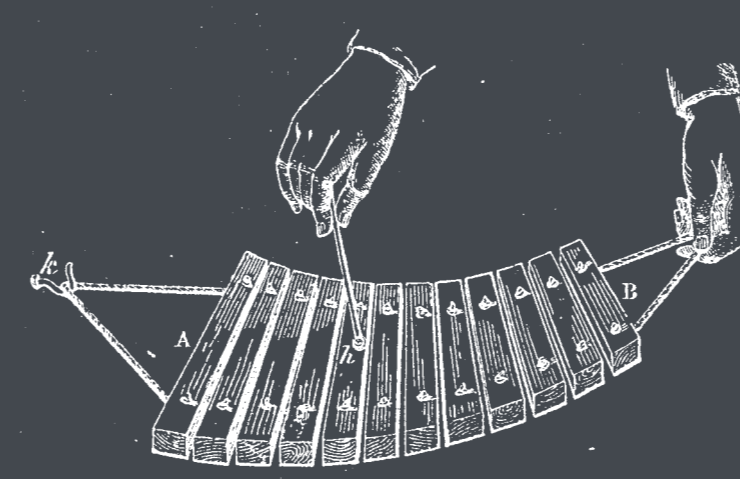
AC9 ORGANO A CANNE



Lo strumento è composto da un tavolino sotto il quale è posto un mantice, azionato da un pedale. L'aria giunge alla parte superiore in un serbatoio, detto somiero, tramite un grosso tubo laterale in legno. Nel somiero sono praticate 8 aperture destinate a ricevere i tubi sonori e altret-

tanti tasti che, premuti, abbassano una piastrina interna consentendo di far giungere aria nei tubi. È corredato da varie canne con imboccatura a flauto. L'aria all'interno delle canne è messa in vibrazione per mezzo dell'imboccatura attraverso la quale penetra il soffio.

AC10 SERIE DI OTTO ASTICELLE INTONATE E XILIFONO

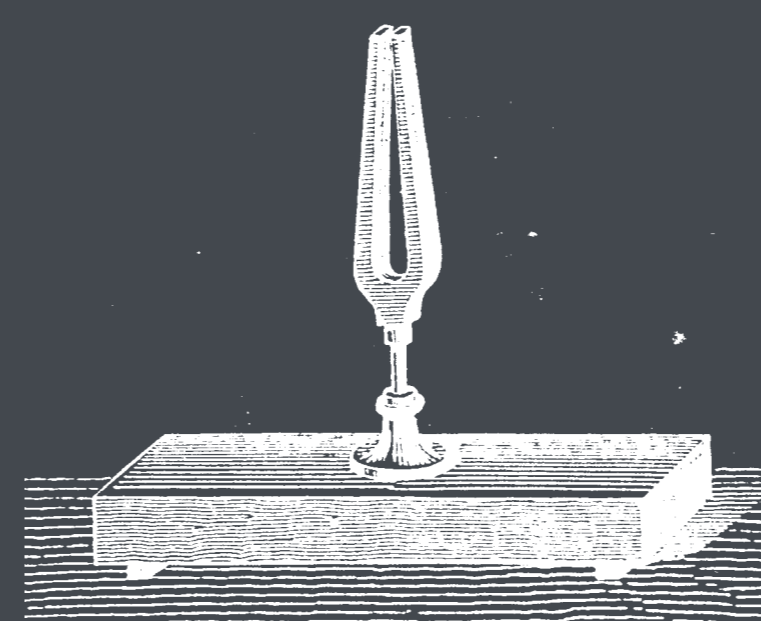


La serie di otto asticelle intonate è uno strumento che viene utilizzato per capire la differenza fra rumori e suoni. Le asticelle in legno vengono lasciate cadere per la punta su un tavolo in un certo ordine; il colpo isolato dato dalla caduta della prima asticella è un rumore, ma i suoni originati dalla caduta delle altre riproducono la scala naturale.

Se le aste vengono disposte in ordine di intonazione su un materiale di scarsa conducibilità sonora si ha un modello di xilofono e il suono viene prodotto mediante percussione.

Il modello di xilofono qui esposto è costituito da una serie di lamelle di vetro. Gli xilofoni erano diffusi in Asia già dal XIV secolo. Lo strumento giunse anche in Africa, probabilmente attraverso il Madagascar e si diffuse per tutto il continente con grande rapidità diventando uno strumento assai popolare. Gli schiavi africani portati nelle Americhe lo introdussero in America Latina, dove gli venne dato il nome di marimba. Lo xilofono fu diffuso anche in Europa a partire dal 1500 e divenne ben presto uno strumento popolare, particolarmente in Europa centrale.

AC11 DIAPASON



Il diapason è formato da una verga di acciaio ricurva le cui estremità si avvicinano leggermente. Se si dà un piccolo urto allo strumento si produce un suono composto da un suono principale, accompagnato da altri suoni detti armonici; il primo è utilizzato per accordare gli

strumenti; ponendo il diapason sopra ad una cassa di risonanza si rinforza il suono principale; i diapason più lunghi e sottili danno suoni più gravi, mentre quelli corti e grossi danno suoni più acuti; si possono così avere diapason che corrispondono alle diverse note.