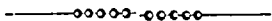


posto in un secondo. Questa forza non varia colla sezione della colonna d'acqua, allorchè questa conserva la lunghezza d'un millimetro, ma essa cresce proporzionalmente alla lunghezza della colonna ed all'intensità della corrente, come alla quantità d'acqua che si vuol decomporre nell'unità di tempo.



SOPRA I SUONI DI COMBINAZIONE; DI H. HELMHOLTZ

( *Poggendorff*, 1856, XCIX, 497, n. 12 ).

Estratto.

In seguito alle leggi di Chladni e del sig. W. Weber, due suoni simultanei risultanti da un numero di vibrazioni  $m$  ed  $n$ ,  $m$  ed  $n$  essendo numeri primi relativi, producono un suono di combinazione il cui numero di vibrazioni è uguale all'unità.

L'esperienze di Hällström hanno provato che questa legge non è esatta, e che il numero delle vibrazioni del suono di combinazione è  $m - n$ . Thomas Young e Hällström hanno in seguito dimostrato che questo suono di combinazione può produrre con i suoni primarii, per esempio col suono  $n$ , un nuovo suono di combinazione  $n - (m - n) = 2n - m$ , &c.

Calcolando secondo la legge di Hällström il numero dei battimenti che s'intendono facendo risuonare al tempo stesso due coristi, il numero delle vibrazioni dei quali sia esattamente conosciuto, i sigg. Scheibler e Roerber hanno costatato l'esattezza di questa legge.

Frattanto vi sono costantemente delle difficoltà ad osservare bene la combinazione dei due suoni, perchè i suoni superiori (armonici) possono ugualmente produrre dei nuovi suoni di combinazione.

Il sig. Helmholtz ha cercato di ovviare a questo inconveniente facendo vibrare un monocordo o delle colonne d'aria col

mezzo d'un corista messo in vibrazione, e del quale il suono fondamentale era lo stesso di quello degli altri corpi sonori, mentrechè i suoni superiori erano differenti. I suoni così prodotti erano semplici.

L'estremità del manico dei coristi dei quali egli si è servito aveva la forma di una sella, vale a dire che essa era concava in una direzione e convessa nell'altra. Posando quest'estremità del corista in vibrazione sopra la corda del monocordo, non s'intende un suono sensibile che allorquando l'una delle due parti della corda comprese tra il punto di contatto col corista ed i punti fissi della corda, può produrre il suono del corista, sia come fondamentale, sia come armonico. L'estensione della piccola parte della corda sopra della quale conviene collocare il corista per produrre questo rinforzo di suono, non oltrepassa quasi un mezzo millimetro. Non collocando il corista come noi abbiamo descritto, ma ponendolo in modo che la parte consonante della corda sia quattro o sei volte più lunga, le misure divengono ancora più esatte.

Tra i punti della corda che corrispondono al suono fondamentale del corista, se ne possono trovare degli altri per i quali l'una delle parti della corda risuoni per i suoni superiori del corista. Si può determinare agevolmente così la relazione tra il numero delle vibrazioni di questi suoni superiori e quelle del suono fondamentale. Il primo è costantemente l'ottava acuta del suono fondamentale, il secondo che corrisponde, secondo Chladni, all'oscillazioni del corista con quattro nodi, fa  $6\frac{1}{4}$  vibrazioni per una del suono fondamentale.

Questo secondo suono superiore non essendo in una relazione armonica col suono fondamentale, non può minimamente causare delle vibrazioni corrispondenti della corda allorchè si colloca il corista sopra il punto ove essa produce il suono fondamentale; ciò potrebbe più facilmente aver luogo per il primo suono che corrisponde all'ottava del suono fondamentale. Ciò non pertanto, disponendo l'esperienza in modo che i suoni superiori della corda non sieno armonici, si può evitare questo inconveniente. Il sig. Helmholtz si è servito a questo scopo d'una corda caricata d'una piccola goccia di cera di Spagna situata alla distanza d'un millimetro presso a poco dalla sua estremi-

tà. Allora la lunghezza della corda che corrisponde al suono fondamentale del corista diviene assai più corta, e il punto dove conviene collocare il corista per produrre il primo suono superiore (l'ottava del suono fondamentale), non coincide più col punto dove posto il corista sopra la corda produce il suono fondamentale. Collocando il corista sopra quest'ultimo punto, si ottiene il suono fondamentale puro.

Si può altresì separare il suono fondamentale del corista dai suoi suoni superiori rinforzandolo col mezzo di tubi di cartone chiusi ad un'estremità. Sebbene i secondi suoni superiori coincidano qualche volta per i tubi e il corista, essi non sono abbastanza forti per durare lungo tempo.

È in tal modo che producendo al tempo stesso due suoni semplici quasi sempre per mezzo di questo secondo processo, che il sig. Helmholtz ha studiato i suoni di combinazione. Il numero delle loro vibrazioni era costantemente *uguale alla differenza dei numeri delle vibrazioni dei suoni fondamentali*. Il sig. Helmholtz non è giunto ad intendere dei nuovissimi suoni combinati per la consonanza dei suoni di combinazione e dei suoni primarii, servendosi dei metodi che abbiamo descritti. Contuttociò, impiegando delle canne da organo o una sirena, egli ne intendeva, benchè la loro intensità fosse costantemente assai più debole di quella dei primi suoni di combinazione. È così che il sig. Helmholtz ha constatato che,  $m$  ed  $n$  ( $n < m$ ) essendo i numeri delle vibrazioni dei suoni fondamentali, il numero delle vibrazioni del secondo suono di combinazione è difatto uguale a  $2n - m$ . Il violino rende ancora questi secondi suoni, ma essi non sono ben definiti, perchè non è possibile di dare alle corde un movimento uniforme col mezzo dell'archetto.

Allorchè si producono simultaneamente due suoni i quali non sono renduti semplici in uno o in altro modo come il sig. Helmholtz faceva nelle sue ricerche, si ascoltano sovente dei suoni di combinazione fortemente pronunziati e d'un ordine superiore; questi suoni devono essere prodotti per la combinazione dei suoni superiori degli strumenti che s'impiegano. Durante i suoni di combinazione, il numero delle vibrazioni dei quali è uguale alla differenza dei numeri delle vibrazioni dei

suoni primarii, il sig. Helmholtz ha notato *dei suoni di combinazione, il numero delle vibrazioni dei quali è uguale alla somma dei numeri delle vibrazioni dei suoni primarii, e che, per conseguenza, sono più acuti di quest'ultimi.*

Questi suoni, che l'Autore distingue col nome di *suoni di sommazione*, sono più deboli dei *suoni di differenza* già notati da lungo tempo. Ciò non per tanto essi si possono rinforzare servendosi di canne da organo soprattutto avvicinando l'orecchio all'imboccatura delle canne. La fisarmonica li produce bene, ma s'intendono meglio ancora col mezzo della sirena a molti suoni, costrutta dal sig. Dove, e della quale gli accordi sono sovente resi discordanti per la produzione stessa di questi suoni di sommazione, i quali non possono essere confusi con un suono più armonico delle canne. Infatti se  $m$  ed  $n$ , sono come precedentemente, i numeri delle vibrazioni dei suoni primarii,  $m$  ed  $n$  essendo numeri primi relativi, il numero delle vibrazioni dei suoni superiori armonici sarà o  $\alpha m$  o  $\beta n$  ( $\alpha$  e  $\beta$  essendo numeri intieri). Ora il numero delle vibrazioni del suono di sommazione essendo  $m + n$ , esso non può giammai essere uguale ad  $\alpha m$  o  $\beta n$ .

Il sig. Helmholtz ha potuto, servendosi della sirena, costatare ancora la produzione dei *suoni di sommazione di second'ordine*. Il numero delle vibrazioni di questi suoni, che sono più deboli, corrisponde per i suoni primarii  $n$  ed  $m$  ai numeri  $n + (n + m) = 2n + m$  e  $m + (m + n) = 2m + n$ . È difficile d'intendere al tempo stesso questi due suoni di sommazione.

Le antiche teorie non danno una spiegazione retta dei suoni di sommazione. Esse non sono nemmeno sufficienti per spiegare chiaramente la produzione dei battimenti, allorchè i numeri delle vibrazioni dei due suoni primarii sono assai differenti (per esempio 4 e 7).

Il sig. Helmholtz ha proposto una nuova teoria dei fenomeni della combinazione di due suoni. Egli ha osservato che questi suoni non si formano che allorquando i suoni primarii sono assai forti, vale a dire allorchè le oscillazioni hanno una grande ampiezza. Egli crede adunque che non si possa più ammettere in questi casi che l'oscillazioni si effettuino in seguito della legge che le molecole ritornano alla loro posizione principale

con una forza  $f$ , proporzionale al loro spostamento  $x$ , secondo la formula:

$$f = ax,$$

ma che vi si può aggiungere un altro termine contenente  $x^2$ , talchè si avrebbe:

$$f = ax + bx^2.$$

Questa formula suppone che lo spostamento positivo  $+x$  dà origine ad una forza  $f$  differente da quella dello spostamento negativo  $-x$ .

Può anche benissimo avvenire qualche cosa d'analogo nelle produzioni dei suoni di combinazione nell'orecchio stesso. Infatti il timpano non è simmetrico dai due lati; esso può avere maggiore elasticità in un senso che nell'altro. Si può osservare questa differenza dell'impressione dell'oscillazioni dell'aria sull'orecchio, facendo risuonare al tempo stesso due coristi, i suoni dei quali formino l'ottava, dopo aver fatto salire il tuono d'uno di essi fino a che i suoni differiscano d'una vibrazione, ciò che non dovrebbe essere se essi fossero esattamente all'ottava. In questo caso, s'intende benissimo una differenza nei battimenti prodotti per la coincidenza delle massime e minime positive e negative. Si distingue un cangiamento di timbro: i battimenti producono presso a poco l'impressione alternativa delle sillabe *ou-e-ou-e*, ec.

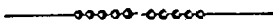
Inoltre la nuova teoria del sig. Helmholtz spiega completamente tutti i fenomeni che si ascoltano nella consonanza di due suoni. Il sig. Helmholtz, aggiungendo alla formula il termine contenente il quadrato dello spostamento, ha trovato col calcolo, i risultati seguenti, che si accordano completamente coll'osservazioni:

1°. Ciascun punto dell'aria, nel quale le oscillazioni d'uno dei suoni primarii sono assai forti, diviene il centro d'un nuovo sistema di onde secondarie, le quali corrispondono ai suoni superiori armonici di questo suono.

2°. Ciascun punto dell'aria, nel quale le oscillazioni dei due suoni primarii sono assai forti, diviene un centro d'un nuovo sistema di onde secondarie, le quali corrispondono ai suoni di

combinazione, sia di differenza, sia di sommazione di prim'ordine e d'ordine superiore.

Il sig. Helmholtz continua le sue ricerche, ed è già pervenuto a rendere la formazione dei suoni di combinazione discernibile all'occhio, facendo vibrare una membrana tesa e copersa di sabbia al disopra di un disco d'una sirena a molti suoni.



MISURE DELLE PROFONDITÀ DELL'OCEANO ATLANTICO PER LO  
STABILIMENTO D'UN TELEGAFO SOTTO-MARINO TRA L'EUROPA  
E L'AMERICA.

( *Petermann's Mittheilungen*; 1856, x, 577 ).

Estratto.

Ognuno sa già che, nel corso della passata estate, è stata scandagliata la parte settentrionale dell'Oceano Atlantico, tra Terra-Nuova e l'Irlanda, per venire in chiaro della possibilità di ivi posare la fune d'un telegrafo elettrico. In seguito di scandagli anteriori, il luogotenente Maury, al quale si debbono già tante ricerche sopra l'Oceano, aveva primitivamente espresso l'opinione che il fondo del mare, nella direzione progettata formi una superficie abbastanza uniformemente orizzontale ad una profondità che non oltrepassa in alcun luogo 10,000 piedi inglesi. È sopra questo spazio che si rivolsero ben tosto l'osservazioni di uomini intraprendenti occupati del progetto di legare l'Europa all'America mediante un telegrafo, e al quale dettero anticipatamente il nome di *Bacino del telegrafo*. Il governo degli Stati Uniti, al quale eravamo debitori delle misure anteriori, si mostrò animato di zelo il più lodevole per questa grande intrapresa e disposto a prestare tutto l'ajuto possibile alle persone interessate; il suo ammiragliato mise a loro disposizione il vascello a vapore l'*Artico*, e un numero sufficiente d'ufficiali abili e sperimentati. Il luogotenente Berryman, che aveva già ese-