

Author: Riccati, Giordano

Title: Soluzione del Problema di nuovo proposto per l' anno 1778. dall' Accademia Imperiale di Pietroburgo.

Editor: Massimo Redaelli

Source: Udine, Biblioteca Civica, MS F.p. 1029/VI, <49>-<57>

[-49-] Soluzione del Problema di nuovo proposto per l' anno 1778. dall' Accademia Imperiale di Pietroburgo: Spiegare qual è il carattere de' suoni, che producono i tubi cilindrici, che hanno un' apertura laterale, e qual è la varietà di questi suoni per rapporto alla qualità grave, e acuta secondo la differente posizione, o grandezza di questa apertura.

I. Per soddisfare nella più acconcia maniera, che per me si può, ai quisiti della Imperiale Accademia di Pietroburgo, io credo opportuno il cominciar dal secondo, il quale ricerca qual sia la varietà dei suoni prodotti da un tubo cilindrico, che ha un' apertura laterale, per rapporto alla qualità grave, o acuta secondo la differente posizione, o grandezza di questa apertura. Quantunque il tubo del flauto traverso non sia cilindrico, ma bensì convergente, io me ne sono servito a cagione di paragonare la teorica colla esperienza, non pregiudicando punto la figura convergente ai miei raziocinj. Fa essa l' unico effetto di rendere la corda d' aria rinchiusa dentro del tubo più tortuosa, e per conseguenza più grave di quello che riuscirebbe, se il tubo fusse cilindrico. Della tortuosità delle corde d' aria nei cubi cilindrici, convergenti, e divergenti ne ho tenuto discorso nella mia Opera Delle corde, ovvero fibre elastiche, Schediasma V. numero XVII.

Il tubo del flauto traverso A K è otturato in A, ha un foro in B, per cui si fa sonare, mediante una congrua imboccatura, il qual foro è maggiore degli altri, ed indi varj fori in C, D, E, F, G, H, I, che servono per cavare dallo stromento diversi suoni in riguardo all' acuto, e al grave. Dispongo qui sotto in serie le distanze dei centri dei fori dal turacciolo [[in]] A, in quel flauto, sul quale ho fatto le mie [-50-] osservazioni, le quali distanze sono espresse in oncie del piede veneto.

[Riccati, Soluzione del Problema, 50; text: Distanze dei centri. fori dal turacciolo. A B, A C, A D, A E, A F, A G, A H, A I, A K, [Omega], $\frac{3}{4}$, $8\frac{1}{2}$, $9\frac{1}{2}$, $10\frac{3}{4}$, $12\frac{1}{2}$, $13\frac{2}{3}$, $14\frac{8}{9}$, $16\frac{3}{4}$, $18\frac{2}{3}$, 0, linee, 9, 8, 3, 6, 10, 12, 13, 14, $10\frac{2}{3}$, 16, 18]

II. Quando si dà fiato allo stromento nel sito B, e si serrano i fori tutti, si determina la corda d' aria, la cui lunghezza B A K, la quale principia in B, progredisce in A, e retrocedendo poi da A verso K, termina nel detto punto. Se lascierò aperto il foro C, la corda aerea anderà da B in A, ed indi tornando indietro, il suo termine passerà il foro C, dipendendo principalmente da esso, ed in parte ancora dall' apertura K la determinazione della sua lunghezza. Chiuso il foro B, ed applicata l' imboccatura al foro C, il suono s' accosterà all' Ottava bassa di quello prodotto dall' imboccatura in B, il che non succederebbe, se nella lunghezza della corda non avesse luogo anche la porzione C A. Un simile effetto addiviene, dando fiato ad una canna d' organo chiusa. La vibrazione sonora, che si produce nella bocca della canna, cammina tutta la lunghezza della canna stessa, e trovandola serrata, ritorna alla bocca. Segnandosi adunque una corda d' aria il doppio lunga della canna, s' ode un suono all' Ottava grave di quello, che alla canna aperta compete. Le seguenti esperienze metteranno in chiaro la verità dell' esposta teorica.

III. Otturati i buchi, lo stromento imboccato in B produsse il suono D relativo alla corda d' aria [-51-] B A K = B A + AK = [Omega] $\frac{3}{4}$ + $18\frac{2}{3}$ = [Omega] $\frac{19}{5}$ = [Omega]19 linee 5.

IV. Lasciando il solo foro C aperto, ne risultò il suono D all' Ottava acuta, confacente alla corda d' aria lunga $[\Omega]19 \frac{5}{12} \cdot 2 = [\omega]9 \frac{17}{24} = [\Omega] 9$ linee $8 \frac{1}{2}$. Ora la lunghezza della corda $B A C = B A + A C = [\Omega]3/4 = 8 \frac{1}{2} = [\Omega]9$ cala dalla predetta per $[\Omega]17/24 =$ linee $8 \frac{1}{2}$; e quindi si vede, che il foro C non determina la lunghezza della corda d' aria = $[\Omega]9$, ma bensì $[\Omega]9 \frac{17}{24} = [\Omega] 9$ linee $8 \frac{1}{2}$, avendo luogo nella determinazione d' essa lunghezza anche l' apertura K, benchè lontana dal foro C per la misura $C K = [\Omega]10 \frac{5}{12} = [\Omega] 10$ linee 5. Se il foro fosse più grande, il suono crescerebbe, e la corda d' aria s' accosterebbe più alla lunghezza di $[\Omega] 9$. Il perchè chiaro si manifesta l' effetto prodotto dalla differente posizione, o grandezza dell' apertura laterale per rapporto alla qualità grave, o acuta dei suoni.

Che $B A K$ sia la lunghezza della corda d' aria relativa al suono D, evidentemente si prova colla sottoposta esperienza. Chiusi i fori B, D, E, F, G, H s;imbocchi lo stromento pel buco C. Il tremolo sonoro va da C sino in A, e poscia torna indietro, e trova una Seconda minore sopra il D proprio della corda $[[\text{corda}]]$ d' aria lunga $[\Omega] 19 \frac{5}{21}$. Facciasi come $16 : 15 :: [\Omega]19 \frac{5}{12} : [\Omega]18 \frac{13}{64} = [\Omega] 18$ linee $2 \frac{7}{16}$, ed il quarto termine stabilisce la lunghezza della corda d' aria atta a rendere il suono C#. Sotto da $[\Omega]18$ linee $2 \frac{7}{16} = [\Omega]8$ linee 3 + $[\Omega] 1$ linee $8 \frac{7}{16}$. Imboccato il flauto nel foro B, la lunghezza della corda d' aria supera $B A C$ per $[\Omega]17/24 =$ linee $8 \frac{1}{2}$; ma imboccato nel foro C, il maggior contrasto, che prova l' aria uscendo pel detto foro frastornata dal fiato del sonatore, fa che la corda $C A C$ s' allunghi per una misura più grande = $[\Omega] 1 \frac{45}{64} = [\Omega] 1$ linee $8 \frac{7}{16}$, seguendo uno stesso effetto, come se il foro C fosse più picciolo, ed obbedendo maggiormente la lunghezza della corda d' aria all' apertura K. Se nella lunghezza della predetta corda non c' entrasse [-52-] la porzione C A, il punto estremo dalla corda producente C# uscirebbe fuori dello stromento, essendo $[\Omega]8 \frac{1}{4} + 18 \frac{13}{64} = [\Omega]26 \frac{29}{64} > 18 \frac{2}{3}$.

V. Imboccato il flauto nel foro B, e lasciato aperto l' unico foro D, s' udì il suono Bb calante, o sia il suono A#. La lunghezza della corda d' aria corrispondente al suono A# si eguaglia ad $[\Omega]12 \frac{27}{56} = [\Omega]12$ linee 6. Scarse. Detratta la lunghezza $B A D = B A + A D = [\Omega]3/4 + 9/2 = [\Omega]10 \frac{1}{4}$ da $[\Omega]12 \frac{27}{56}$, restano $[\Omega]2 \frac{13}{56} = [\Omega]2$ linee 3 scarse, per cui la lunghezza della corda d' aria, che suona l' A#, eccede la linea $B A D$.

Otturando il foro B, e gli altri tutti a riserva del foro D, e applicando l' imboccatura al detto foro, ne risulta il suono B, a cui conviene la lunghezza di corda = $[\Omega]23 \frac{3}{10} = [\Omega]23$ linee $3 \frac{1}{2}$ crescenti. Sotto la lunghezza $D A D = [\Omega]19$, e rimangono $[\Omega]4 \frac{3}{10} = [\Omega]4$ linee $3 \frac{1}{2}$ crescenti. Imboccato lo stromento nel sito B, la lunghezza della corda d' aria supera $B A D$ per $[\Omega]2 \frac{13}{56} = [\Omega]2$ linee 3 scarse; ma trasportando l' imboccatura nel sito D, chiuso prima il foro B, l' impedimento, che reca all' aria, che vuol uscire pel buco D, il fiato del sonatore, ed il maggior predominio dell' apertura K prolungano la corda per una maggiore grandezza = $[\Omega]4 \frac{3}{10} = [\Omega]4$ linee $3 \frac{1}{2}$ crescenti.

VI. Torno ad applicare l' imboccatura al consueto foro B, e lasciato libero il solo foro E, sentesi il suono G# pochissimo calante, il quale esser dee prodotto dalla corda d' aria lunga $[\Omega]13 \frac{6}{7} = [\Omega]13$ linee $10 \frac{1}{4}$ crescenti prossimamente. La corda $B A E = B A + A E [\Omega] 3/4 + 10 \frac{3}{4} = [\Omega]11 \frac{1}{2}$ si sottra da $[\Omega]13 \frac{6}{7}$, e ne risulterà differenza di $[\Omega] 1 \frac{5}{14} = [\Omega] 1$ linea $4 \frac{1}{4}$ crescenti, per cui la lunghezza della corda d' aria, che suona G#, supera la linea $B A E$.

Si adattino le labbra al foro E, chiusi tutti gli altri, e si produrrà il suono A calante, che spetta alla corda d' aria, la cui lunghezza = $[\Omega]26$. Si detragga la lunghezza $E A E =$

[Omega]21 1/2, ed il residuo = [Omega]4 1/2 = [Omega]4 linee 6 esprimerà la differenza, per la quale la lunghezza della corda d'aria, che rende l'A calante, eccede la linea E A E a cagione della molta resistenza, che incontra l'aria nell' [-53-] uscire pel buco E, e dal maggiore effetto dell'apertura K.

VII. L'imboccatura s'accomodi al foro A, e stando aperto il sono foro F, s'ode il suono F2#, o sia il suono G calante proprio della corda, la cui lunghezza = [Omega]15. Da questa si levi la corda B A F = B A + A F = [Omega]3/4 + 12 1/2 = [Omega]13 1/4, e rimarrà la differenza di [Omega]1 3/4 = [Omega] linee 9, onde la corda d'aria, che suona G calante, supera la lunghezza B A F.

Dopo ciò imbocco il flauto nel sito F, tenendo gli altri buchi otturati, e genero [gero ante corr.] il suono G relativo alla corda d'aria lunga [Omega]29 1/8, da cui detratta la linea F A F = [Omega]25, resta l'eccesso di [Omega]4 1/8 = [Omega]4 linee 1 1/2, per cui la corda d'aria, che suona il G, è più lunga della linea F A F.

VIII. Applico nuovamente la bocca al consueto foro B, e lasciato aperto l'unico buco G, odo il suono F proprio della corda d'aria lunga [Omega]16 1/6 prossimamente. Tolgo da essa la corda B A G = B A + A G = [Omega]3/4 + 13 2/3 = [Omega]14 5/12, e rimane la differenza di [Omega]1 3/4 = [Omega]1 linee 9, per cui la corda d'aria, che rende il suono F, eccede in lunghezza la linea B A G.

Passo ad imboccare lo stromento nel foro G, otturati gli altri tutti, e sento il suono F, che cresce alquanto, confacente alla corda d'aria lunga [Omega]31 1/2 in circa, che supera la lunghezza G A G = [Omega]27 1/3 per [Omega]4 1/6 = [Omega]4 linee 2.

IX. Lasciato apero il solo foro H, ed imboccato il flauto nel luogo solito, si genera il suono E corrispondente alla corda d'aria lunga [Omega]17 7/27, che supera la B A H = B A + A H = [Omega]3/4 + 14 8/9 per la misura di [Omega]1 67/108 = [Omega]1 linee 7 1/2 calanti.

S'imbocchi il flauto nel foro H, chiusi tutti gli altri, e si generi il suono E crescente, che appartiene alla corda lunga [Omega]33 13/24, ch' eccede la lunghezza H A H = [Omega]29 7/9 per [Omega]3 55/72 = [Omega]3 linee 1/4 calanti. Essendo il foro H assai picciolo, non si potè produrre il mentovato suono E senon debolissimo.

X. Aperto il foro I col mezzo di una molla, e chiusi [-54-] gli altri tutti, eccettuato B, a cui si applichi l'imboccatura, ne proviene il suono D# spettante alla corda = [Omega]18 31/63, ch' eccede la lunghezza B A I = B A + A I = [Omega]1/4 + 16 3/4 = [Omega]17 1/3 per [Omega]1 in circa.

L'imboccare lo stromento nel buco I, levata la molla, ed otturati gli altri fori, produce il suono D# all'Ottava bassa del precedente, ma un poco crescente. Alla corda I A K = I A + A K = [Omega]16 3/4 + 18 3/2 = [Omega]35 5/2 compete il suono D# crescente, stando 2A K = [Omega]37 1/3 : I A K = 35 5/2 : : 448 : 425 : : 19 11/23 : 18 11/23, ch' è un diesis crescente alquanto.

XI. Metto sotto gli occhi di chi legge la seguente tavola per farci sopra le riflessioni opportune, che servano a maggiormente rischiarare la materia, che ho per le mani.

[Riccati, Soluzione del Problema, 54; text: Misure, per la cui la lunghezza della corda d'aria sorpassa il centro del foro aperto. Imboccatura in B, nel foro lasciato, Distanza dei centri, dall'apertura K. Fori aperti, C, [Omega], 0, 2, 1, 4, 3, 5, 6, 7, 9, 10, linee, 8 1/2, 2 3/4, 4 1/4, 7 1/2, 3 1/2, 1 1/2, 9 1/2, 11, scarse, crescenti]

Qualche irregolarità che si osserva nelle due prime serie, dipende dalla non esattissima estimazione dei suoni. Se per esempio il quarto termine della seconda serie fosse [omega]4 linee 3 in cambio di [Omega]4 linee 1 1/2, il suono G, che risultò dall'

imboccare il flauto nel foro F, avrebbe calato $1/3$ di Comma in circa, divario poco osservabile.

Si noti, che quanto cala la distanza del foro dall' apertura K, altrettanto cresce il predominio d' essa apertura nel determinare la lunghezza della corda d' aria, [-55-] specialmente quando il flauto s' imboccan nel detto foro giungendo a terminare la corda d' aria in riguardo ai fori H, I. nell' apertura K almeno a un di presso, non essendosi potuto osservare con accuratezza il suono E crescente, che nasce imboccando lo stromento nel foro H.

XII. Prevengo un' obbiezione, che potrebbe essere mossa. Quando imbocco il flauto nel foro B, e chiudo i rimanenti, odo piuttosto il suono della corda B A K, anzi che quello della corda B A B un po accresciuta di lunghezza per i motivi sopra allegati. Al contrario qualora otturati gli altri buchi, adatto le labbra al foro C, si fa sentire non il suono della corda C A K, ma bensì quello della corda C A C nella lunghezze alquanto aumentata. Di questa contrarietà di effetti dimandasi la ragione.

Il far nascere il suono della corda assai corta B A B = $[\Omega]1 \frac{1}{2}$ richiede nell' imboccatura una gran violenza di fiato; e quindi usando una forza dentro i soliti limiti, non si genera il detto suono. Staccato dallo stromento quel pezzo, che contiene il foro B, un vigooso fiato produsse il suono acutissimo Bb calante; e che questo fosse il suono della corda B A B lo deducea il Sonatore dall' aria, che tornando indietro usciva pel foro B. La Sesta minore sopra tre Ottave s' esprime per la ragione $64 : 5$. Facciasi come $64 : 5 :: B A K = [\Omega]19 \frac{5}{12} = [\Omega]233/12 : [\Omega]1165/768 = [\Omega]397/768 = [\Omega]1$ linee $5 \frac{27}{64}$. Quindi il suono Bb calante dovea esser prodotto da una corda un po più lunga di B A B = $[\omega]1 \frac{1}{2} = [\omega]1$ linee 6.

Abbiamo veduto, che imboccando il flauto nel foro C, chiusi gli altri tutti, si genera il suono C# confacente alla corda lunga $[\omega]18 \frac{13}{64}$. Ora $[\Omega]18 \frac{13}{64} = [\omega]1165/64 : C A K = [\Omega]26 \frac{11}{12} = [\Omega]323/12 :: 3495 : 5168 :: 2 : 3 - 149/3495 = 3 - 1/25$ prossimamente, e per [-56-] conseguenza come $46 : 69 - 1$. La corda dunque C A K dovrebbe farci sentire il suono F# crescente per la ragione $69 : 68$, cioè a dire per più d' un Comma. Per quanta diligenza abbia usato il Sonatore nel moderare a dovere l' imboccatura, e la forza del fiato, non potè mai ottenere altro effetto, salvochè di rendere più fiacco, e calante il suono C#. Scemando ulteriormente il vigore del fiato, non ne risultava alcun suono; e quindi si vede il perchè non si rende sensibile il suono F#, richiedendosi per far sonare lo stromento un fiato più forte di quello ch' esigerebbe la produzione del suono F#.

Le addotte riflessioni rendono manifesta la ragione della notata contrarietà apparente di effetti esclusi quei suoni, che ricercano o troppa intensione o troppa debolezza di fiato, s' odo i generai da un fiato mediocre, e che facilmente si ottengono, e tali sono quelli delle due corde B A K, C A C + $[\omega]1$ linee $9 \frac{1}{2}$.

XIII. Resta da spiegare il primo quisito, quale sia il carattere de' suoni, che producono i tubi cilindrici, che hanno un' apertura laterale. Riuscirà il suono tanto più cupo, quanto il foro, in cui s' imbecca lo stromento, sarà più rimoto dal turacciolo A. Otturato il foro B, si applichino le labbra al buco C, e chiaramente si scopre, che propagandosi prima il tremito aereo da C verso A, indi tornando indietro da A verso C, questa contrarietà di moti ha da rendere il suono meno spiritoso. Scemerà vie più l' energia delle vibrazioni sonore, se il turacciolo sia di materia molle. Gli artefici scelgono il sovero, il quale rende dolce, e agreevole la voce del flauto traverso; perchè s' imbecca nel sito B assai vicino al turacciolo A, onde pel picciolo spazio B A s' abbiano i moti contrarij. Se sarà aperto l' unico foro esempigrazia D, a cui s' adatta l' imboccatura, il suono si sentirà

[-57-] ancora più muto a cagione del contrasto del fiato del sonatore. Qualmente io ci sia riuscito nella soluzione dei due quisiti, ne lascio il giudizio alla dottissima, e rispettabilissima Accademia Imperiale di Pietroburgo, che gli ha la seconda volta proposti per l' anno 1778. La soluzione è assai semplice, ed agli esperimenti corrisponde con molto di precisione, il che mi lusinga d' aver colpito nel vero, ch' è stato l' unico segno delle mie mire.