Se oni difinas ke la frekvenco de la unua modo estas $f_1 = 1$, do la serio de frekvenco estas[1]: $f_2 = 1{,}59$, $f_3 = 2{,}14$, $f_4 = 2{,}30$, $f_5 = 2{,}65$, $f_6 = 2{,}92$, $f_7 = 3{,}16$, $f_8 = 3{,}50$, $f_9 = 3{,}60$, $f_{10} = 3{,}65$. Observu ke tio ne estas harmonia serio. Konsekvence, sono de pandero ne havas tonalton (do, re, mi ktp) kaj, iu sence, ne estas tre bela. Feliĉe, kontraŭe kordoj, la vibro de membranoj multe pendas de aero. La nodoj de modoj de vibro ne ŝanĝas, sed la frekvencoj multe ŝanĝas[3]; se $f_1 = 1$, do $f_2 = 1{,}89$, $f_3 = 2{,}79$, $f_4 = 2{,}92$, $f_5 = 3{,}62$, $f_6 = 3{,}92$, $f_7 = 4{,}45$, $f_8 = 4{,}89$, $f_9 = 4{,}96$, $f_{10} = 5{,}25$. Bedaŭrinde tio ankoraŭ ne estas harmonia serio.

Konkludo. Kordinstrumentoj kaj blovinstrumentoj sonas pro vibro de unudimensiaĵo: kordo aŭ aero en tubo de instrumento. Tio produktas simplajn modojn de vibro kies frekvencoj estas laŭ harmonia serio ($f_1 = 1$, $f_2 = 2$, $f_3 = 3$ kpt). Tia serio bele sonas laŭ tonalto (do, re, mi ktp). Kontraŭe, pandero sonas pro vibro de du-dimensia membrano, multe pli kompleksa ol kordo. La nodoj de modoj de vibro estas pli riĉaj kaj la serio de frekvenco ne estas laŭ harmonia serio, do sono de pandero ne estas tonalta. Vere, pandero kaj aliaj frapinstrumentoj havas multe riĉajn eblecojn de sonoj. En estonta artikolo ni studos kiel produkti plurajn sonojn el pandero, eĉ tonaltajn sonojn.

Citaĵoj

[1] Donald E. Hall (1991), "*Muzika Akustiko*", Brooks/Cole Publishing Company, Kalifornio, dua eldono.

[2] John R. Pierce (1996) "*La Scienco de Muzika Sono*", W. H. Freeman and Company, Nov-Jorko, revizita eldono.

[3] Thomas D. Rossing (2005) "*Scienco de frapinstrumentoj*", World Scientific Publishing Co., Singapuro.

Esperanto per Gutoj de Saĝo

VIVO KAJ VIBRO

Numero 1, 2010 julio, 14

Ĉi-numere legu pri

La Fiziko de Pandero - I

Filipe de Moraes Paiva[a], Antonio F.F. Teixeira[b]

Resumo: Ni studas vibron de membrano kaj rilatas tion al muzikaj sonoj el pandero. Ni komparas tion al vibro de kordo kaj montras kial sonoj de kordaj kaj blovinstrumentoj estas tonaltaj kaj sonoj de frapinstrumentoj kutime ne estas.

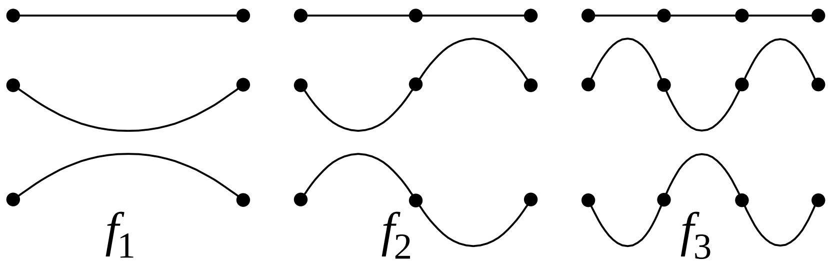
[a]Departamento de Física, U.E. Humaitá II, Colégio Pedro II, Rua Humaitá 80, 22261-040 Rio de Janeiro-RJ, Brasil; fmpaiva@cbpf.br

[b]Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, 22290-180 Rio de Janeiro-RJ, Brasil; teixeira@cbpf.br

Vibro kaj Vivo estas revuo de scienco, arto kaj ĝenerala saĝo.
Eldonanto:
Filipe de Moraes Paiva
VEKCPII - Vin Esperanto Klubo
Colégio Pedro II, U.E. Humaitá II
Rua Humaitá 80
22261-180 Rio de Janeiro - RJ
Brazilo
vibrokajvivo@gmail.com

Enkonduko. Pandero (tamburino) estas cilindra maldika (eble $5cm$) muzika frapinstrumento kun streĉa membrano eble kun cimbaletoj ĉirkaŭe. Kutime la diametro de membrano (eble $25cm$) estas multe pliega ol dikeco de cilindro, do vibro de membrano ne havas influon de kesto de resonado kontraŭe aliaj tamburoj. Malgraŭe tio, aero ĉirkaŭ la membrano de pandero multe influas ĝian vibron.

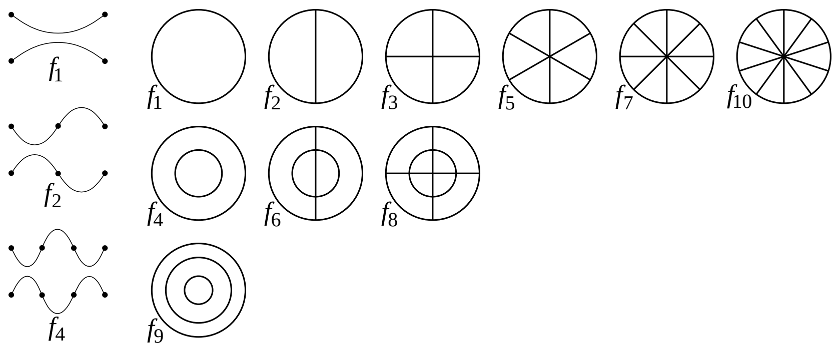
Membrano havas du dimensiojn, do ĝia vibro estas multe pli kompleksa ol vibro de kordo el gitaro kaj vibro de aero en tubo de blovinstrumento. Vibro de kordo (simile aero en tubo) estas kuniĝo de iuj modoj de vibro. Je ĉiu modo, kordo havas nodojn, t.e., punktojn de kordo kiuj ne moviĝas dum vibro, laŭ figuro 1. Je la unua modo (f_1) nur ekstremoj ne moviĝas, je la dua (f_2) la ekstremoj kaj punkto en duono ne moviĝas, je la tria (f_3) la ekstremoj kaj aliaj du punktoj ne moviĝas ktp. Kutime, kiam kordo aŭ aera tubo vibras, tiuj modoj vibras kune; interese, ajn vibro estas kuniĝo de iuj el tiuj modoj de vibro (f_1, f_2, f_3 ktp).



Figuro 1: Supre estas nodoj de la unuaj tri modoj de vibro de kordo. Malsupre ni montras kordon vibrantan.

Ju pli granda la kvanto de nodoj des pli granda la frekvenco de vibro kaj des pli akuta la sono. Je kordo, se oni difinas ke la frekvenco de la unua modo estas $f_1 = 1$, do la frekvenco de la dua, tria ktp modoj estas $f_2 = 2$, $f_3 = 3$ ktp. Tiu serio de frekvenco, 1, 2, 3 ktp, t.e., duoble, trioble ktp, estas nomata "harmonia serio" kaj sonas tre bele. Kutime, kordo vibras pliforte laŭ unua harmonio f_1, ne tiel forta laŭ dua harmonio f_2, kaj malforte en la sekvantaj harmonioj. La percepto de muzika tonalto (do, re, mi ktp) pendas de produkto, per muzika instrumento, de la unuaj harmonioj de harmonia serio, alie la frekvenco de la unua harmonio f_1 determinas la tonalton. De la relativa forto de harmonioj pendas la koloro de muzika instrumento[1, 2, 3]. Sekvante ni studas la pli kompleksan vibron de membrano kaj ĝian konsekvencon al sonado kaj ludado de pandero.

Nodoj de vibraj modoj de pandero. Kontraŭe kordo kaj blovinstrumento, membrano ne produktas harmonian serion. Figuro 2 montras nodojn de la unuaj dek vibraj modoj, multe pli kompleksajn ol tiuj de kordo. Ĉar membrano havas du dimensiojn, do nodoj ne estas punktoj, ĉi tie nodoj estas linioj: cirklaj aŭ radiusaj. Memoru ke nodoj ne vibras en ĉiu modo de vibro.



Figuro 2: Nodoj de la unuaj dek modoj de vibro de membrano. Maldekstre ni montras flanke membranon vibrante laŭ modoj f_1, f_2 kaj f_4.