

Hangszerek fizikája zárthelyi dolgozat

2011. március 30. 12.15-14.00

1. feladat:

(7 × 4 pont)

Társítson rezgő rendszereket az alább felsorolt sajátfrekvencia-sorokhoz (a számok Hz-ben értendőek)! Egy sorhoz több elemet is rendelhet. Ne feledkezzen meg a peremfeltételek megadásáról sem!

- a.) 100, 200, 300, 400, 500, ...
- b.) 100, 158, 158, 200, 224, 224, 255, 255, 292, 292, 300, 316, 316, 354, 354, 361, 361, ...
- c.) 100, 201, 302, 406, 512, 621, 733, 849, 969, 1094, ...
- d.) 100, 276, 540, 893, 1334, 1864, 2481, 3187, 3981, 4864, ...
- e.) 100, 300, 500, 700, 900, ...
- f.) 100, 400, 900, 1600, 2500, 3600, ...
- g.) 100, 625, 1754, 3437, 5682, 8487, ...

2. feladat:

(4 × 6 pont)

A trombita fizikai működését – bármily meglepő is – jól modellezi egy mindkét végén nyitott vékony hengeres cső. A csőben kialakuló hangteret a $c^2 p'' = \ddot{p}$ egydimenziós hullámegyenlet írja le, ahol $p(x, t)$ a hangnyomás, c pedig a hang levegőben mért sebessége. A nyitott csővég $p = 0$ peremfeltételnek felel meg.

A natúrtrombitán a hangmagasság változtatásának egyetlen módja az át-fújás, mely során a játékos úgy fújja meg a hangszert, hogy az alaphang valamelyik felhangja domináljon a spektrumban. Egy ügyes játékos akár 10-12 felhangot is külön meg tud szólaltatni, ennek eredményeként ún. kürtmeneteket játszhat úgy, hogy közben csak a fújás módján változtat.

A kromatikus trombitán három szelep található, ezek különböző hosszúságú toldalékcsőveket iktatnak be a hangszertestbe, növelve ezzel a cső teljes hosszát. Az első szelep lenyomásával a trombita hangja egy nagyszekunddal, a második szelep lenyomásával egy kisszekunddal, a harmadik szelep lenyomásával egy kisterccsel csökken. A szelepek egyidejű lenyomásával egyszerre több csődarab is beiktatható, ekkor ezek hossznövekményei összeadódnak.

- a. Milyen a natúrtrombita felhangsora?
- b. Mekkora az egyes betoldott csőhosszak, ha az egyszepes K2, N2 és K3 hangközöket egyenletesen temperált skála szerint hangoljuk?
- c. Milyen konfigurációval foghatók, és az egyenletesen temperált skála hangközeihez képest mennyire hamisak a nagyterc, tiszta kvart és bővített kvart hangközök?
- d. Elég három szelep a teljes tizenkétfokú skála lefedéséhez?



3. feladat:

(15 pont)

A zongorából mérleget készítünk. A 220 Hz-es a hang 1 m hosszú és 2 g/m tömegű húrját kikötjük a lezárásról, és a csigán átvett húrvégre egy M tömegű serpenyőt akasztunk. Üres serpenyő esetén a zongora rendeltetésszerűen használható. Tömegmérés közben az a hangot ütögetjük, és frekvenciáját spektrumanalizátorral, 0,1 Hz pontossággal mérjük. Mekkora a mérlegünk érzékenysége?

4. feladat:

(15 pont)

Bradley Lehman csembalót hangol negyedkommás középhangú temperált skála szerint. A 440 Hz-es a' hangot hangvillához igazítja, majd az f' hangot fül után hangolja hozzá. Helyes hangolás esetén hány Hz-es lebegést kell megfigyelnie az $f' - a'$ hangok együttes leütésekor?

5. feladat:

(15 pont)

Egy állandó keresztmetszetű metallofon rúd alján (szabad-szabad peremfeltétel), a rúd közepénél, a hossz tengelyre merőleges vékony hangolóvázat látunk. Lehet ilyen bevágással triplán hangolni?

6. feladat:

(3 pont)

Ha VIII. Henrik kilenc év alatt hét feleséget ölt meg, akkor hányadik Henrik ölt meg hat év alatt három feleséget?