

Vajon miként írhatjuk le egzaktul a zene által keltett érzést a fizika nyelvén?



Először is, mi maga a zene? Schönberg szerint:

„A zene egyrészt különböző frekvenciájú, különálló hangok sorozata (dallam), másrészt hangok kombinációja (harmónia), harmadrészt hangok időbeli szabályos egymásutánja (ritmus).”

Mi szükséges a hang keletkezéséhez ?

Hangforrások + körülvevő rugalmas közeg

Emlékeztető: kísérletek



- elsődleges pl: gitár húr, hangvilla, dob, stb.



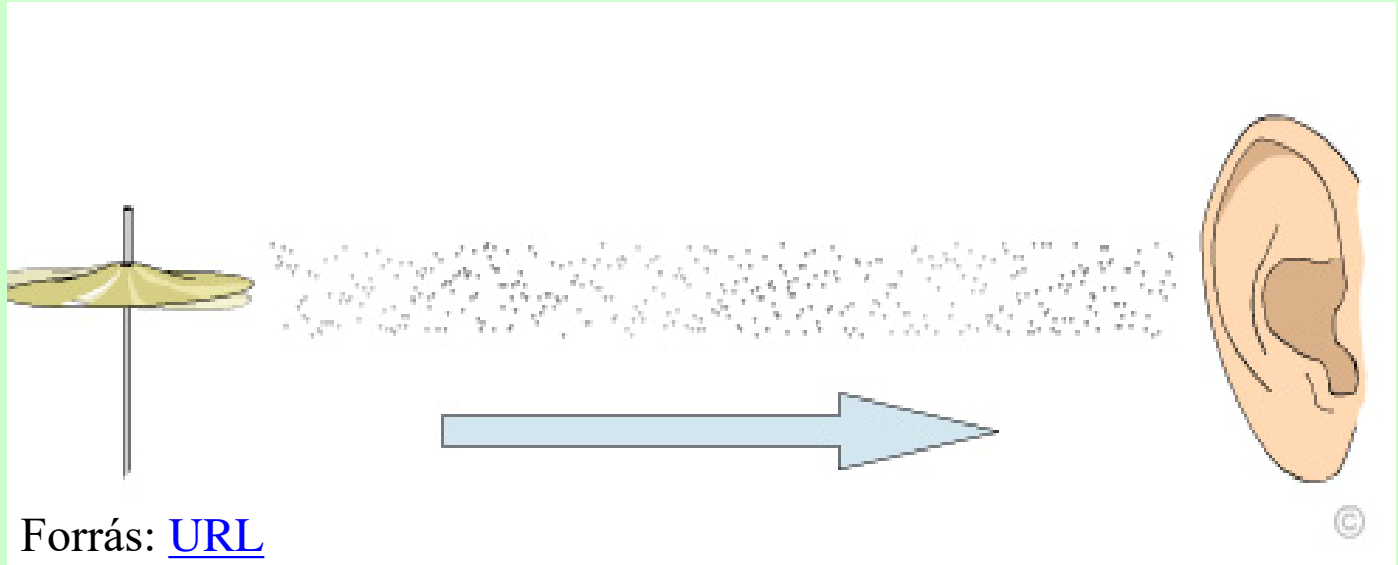
rezgésbe hozza a levegő részecskéit
hanghullámként tovaterjed a levegőben

- másodlagos pl: gitár teste, rezonátor doboz, visszaverő felületek stb.

Hangérzet szerint

- zenei hangok,
- zörejek,
- dörejek (pl. durránások, csattanások)
- hangrobbanás

A hang: az emberi beszéd, a beszélt nyelvek, a zene, zenei hangrendszerek alapeleme.



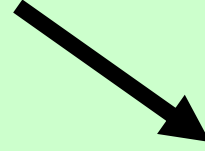
- a rezgő levegőrészecskék megrezegtetik a dobhártyánkat,
az agyunk **hangként** érzékel

A hang terjedéséhez **rugalmas közegre** van szükség

Légüres térben nem terjed a hang, ezért a legjobb hangszigetelő a vákuum.

A hang terjedési sebessége levegőben: $331 \frac{m}{s}$

Hangok lehetnek: **tiszta hangok** és **összetett hangok**



összetett rezgések

- hangforrás egyetlen frekvenciájú hangot sugároz (pl. **hangvilla**)
- a változás **szinuszos**, **harmonikus függvény**vel írható le
- tökéletesen tiszta hang nincs

- különböző frekvenciájú, amplitúdójú és fázisú harmonikus rezgések
részhangok

Zenei hangok egymás utáni (vagy együttes) megszólalása lehet:

- **kellemes (konszonancia)**,
- **kellemetlen (diszszonancia)**

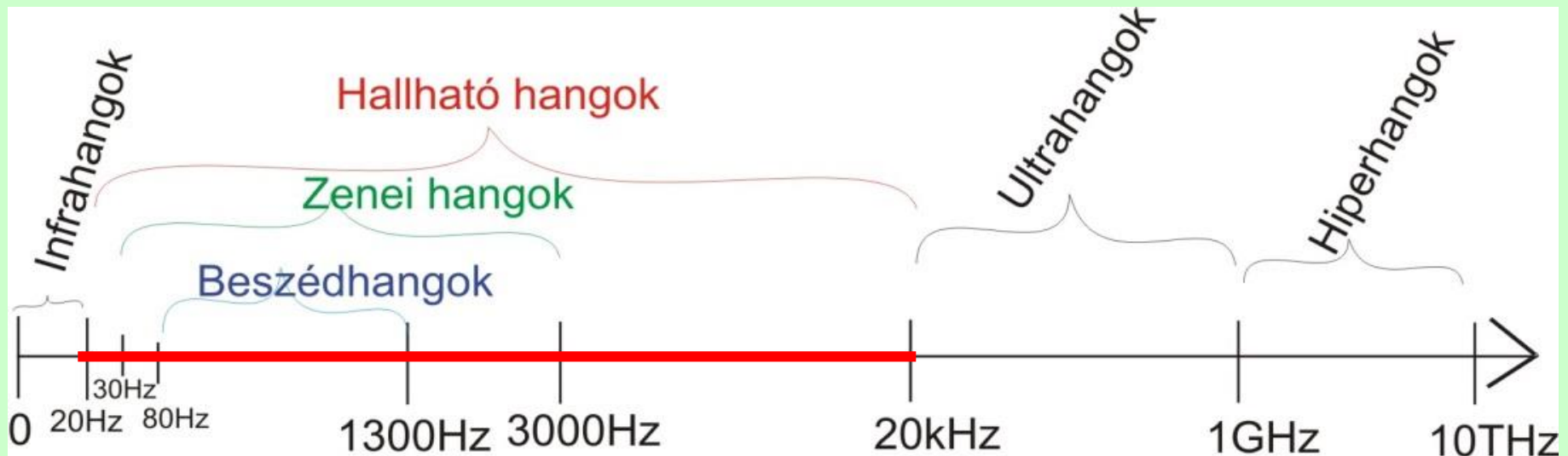
A fizika és a zene (hang)

Szerző: Dr. Jarosievitz Beáta

A rezgések **frekvenciája** szerint csoportosítva a hangokat az alábbi csoportokba soroljuk:

- **20 Hz alatti, infrahangnak** nevezzük, hallásunk nem érzékeli
- **20 kHz fölötti, ultrahangnak** nevezzük, hallásunk nem érzékeli
- **100 MHz, 1 GHz fölött, nagyon nagy frekvenciájú ultrahangokat**

Az emberi fül által érzékelhető hang: **20 – 20000 Hz**

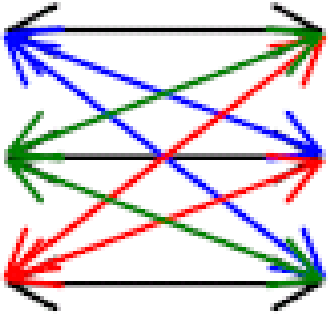


Forrás: [URL](#)

Hang jellemzői:

- hangerősség,
- hangmagasság
- hangszín

A hallás pszichofizikai (pszichoakusztikai) jellemzői

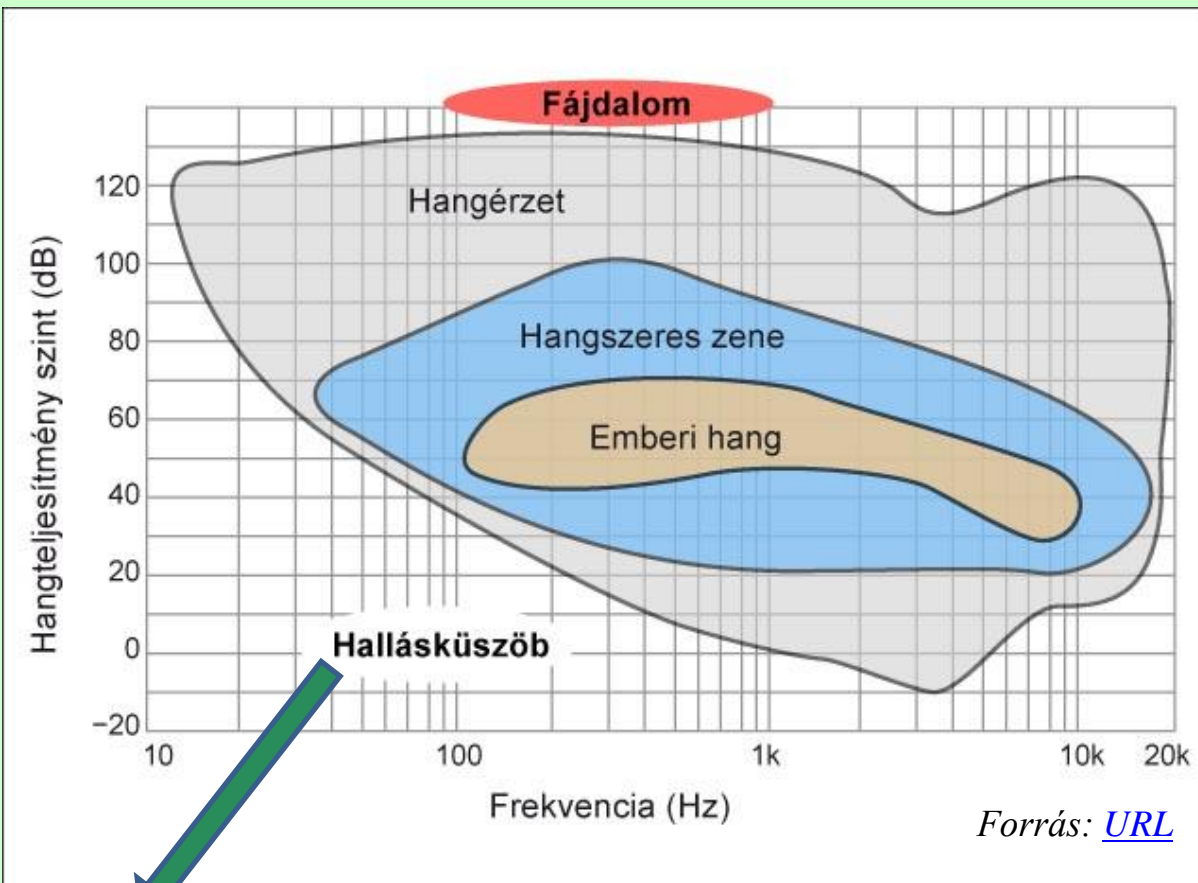
fizikai		hangérzet
intenzitás		hangosságérzet
spektrum		hangszín
frekvencia		hangmagasság

Forrás: [URL](#)

A fizika és a zene (hang)

Szerző: Dr. Jarosievitz Beáta

Az emberi fül által érzékelhető hang: **20 – 20000 Hz**



A hangot mint fizikai jelenséget az akusztika, a beszédhangokat a fonetika, a zenei hangokat a zenetudomány tanulmányozza.

az a legkisebb hangnyomás, amelyet visszhangmentes, „süketszobában” a vizsgált személy fülével még éppen érzékel.

Egészséges ember hallásküszöbe: ha $f = 2 \text{ kHz}$ akkor $20 \text{ } \mu\text{Pa}$.

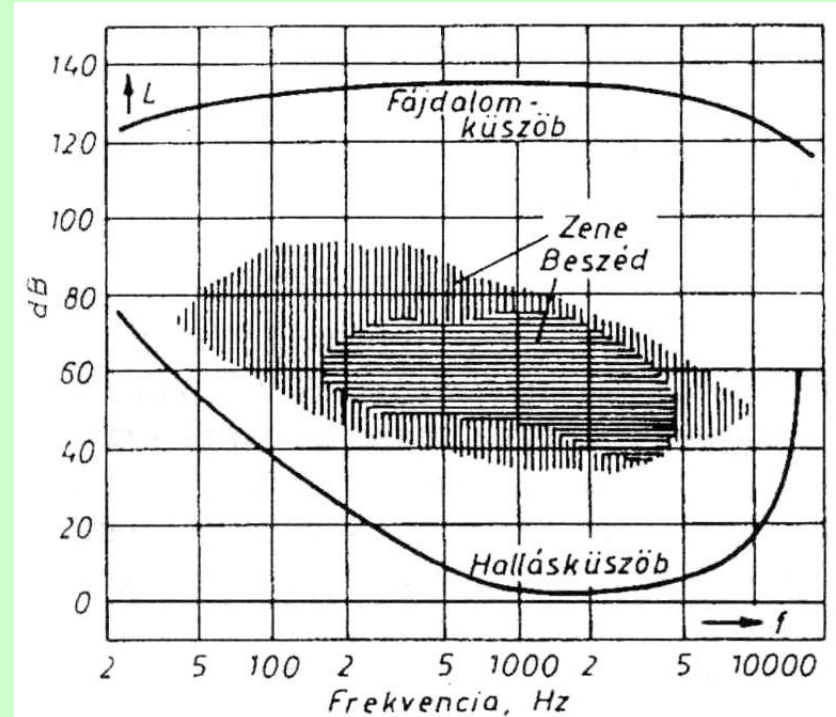
A hang fizikai mértékének a növekedése és a szubjektív érzékelés erőssége közötti összefüggést kísérleti úton elsőként **Fletcher és Munson** végezték el.



Harvey Fletcher
(1884 –1981)

Forrás: [URL](#)

Az azonos hangosság szintek görbéi
Fletcher-Munson görbék



4.3. ábra. Az emberi hallás korlátai

120 Phon = fájdalomküszöb

ha > kóros elváltozás !!!

„Békésy György felismerte:

- **az emberi fül** szinte tökéletes műszer.
- Helmholtz elméletét cáfolta
- kimutatta, hogy **a hangmagasságérzet kialakulásában** nem a belső fülben található szőrszálak rezonanciájának, hanem **a belső fület kitöltő folyadék állóhullámainak van szerepe.**



Bizonyította: a hangelemzés már a csigában létrejön, az agyban csak finomodik (**1961 orvosi Nobel-díj**). Arra is rájött, hogy **a hangot nemcsak a levegőn át, hanem fejünk csontjainak közvetítésével is érzékeljük**, s ez utóbbi hang a mélyebb.

A belső fül károsodásának vizsgálatára: dolgozta ki **Békésy az audiometriát**

Forrás [URL](#)



Lásd még: [URL](#)

- a laboratóriumában a telefonkagyló tökéletesítésén dolgozva jutott el a belső fülbeli idegi átvitel jellemzőinek fölfedezéséhez

Békésy György készítette el az első magyar elektroncsöves audiometert

dr. Török Bélának, a Szent János Kórház fülész főorvosának ötlete alapján.

(világszerte Békésy-féle audiométer néven ismerik.)

„ő volt az első a világon, aki közvetlenül látta, hogy mi történik az alig több mint 1 cm külső méretű csigában...” [URL](#)

Professzionális hallásvizsgálat



Forrás: [URL](#)



Forrás: [URL](#)

Köszönöm a megtisztelő figyelmet!