

# A hang

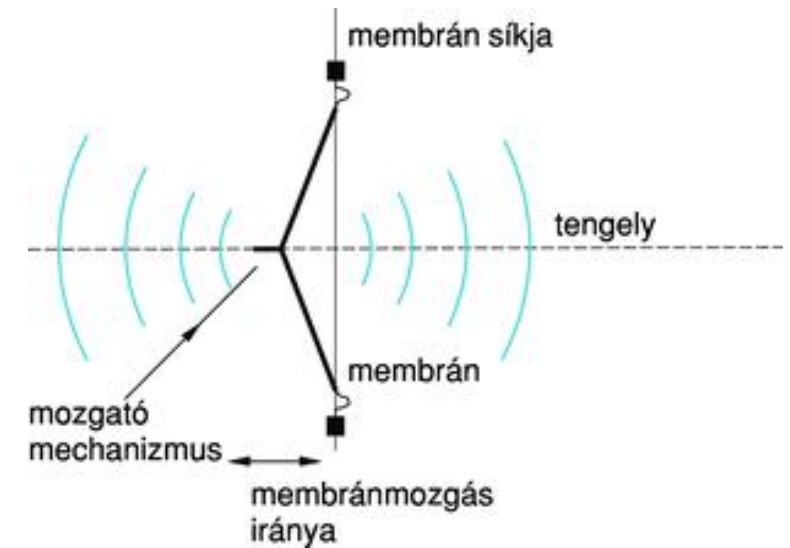
Készítette: Magyar Dávid

# Definíció

- A hallószervünkkel felfogható mechanikai hullámot hangnak nevezzük.
- Általánosan: A rugalmas közegben keltett longitudinális hullámot, hanghullámnak nevezzük.

# A hang keltése

- Hangforrás + rugalmas közeg
- Legtöbbször mechanikai rezgés a hangforrás
- Terjedési sebesség
  - Anyagi minőségtől függ
  - Levegőben, 0 °C-on 331,5 m/s
  - Melegebb levegőben nagyobb
- A levegőben terjedő hang nyomásingadozása 10 Pa-nál is kisebb lehet.
- A még éppen meghallható hang nyomása (hallásküszöb)  $\sim 20 \mu\text{Pa} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$ .



# Hangerősség

- Azonos frekvenciájú hangok közül a nagyobb amplitúdójú rezgéseket nagyobb hangerősségűnek érzékeljük.
- A hangforrástól távolodva a hangerősség csökken

# Hangmagasság

---

A hanghullám frekvenciája egyértelműen meghatározza a hangmagasságot.

---

A nagyobb frekvenciájú hangot magasabbnak halljuk.

---

Az emberi fül 16-20000Hz közötti frekvenciatartományt észleli

# A zenében



- Normál hang: 440 Hz
- Tiszta hang: Egyetlen egy frekvencia jellemzi
- Két hang egymáshoz viszonyított hangmagassága a hangköz.
  - $f_1/f_2$

| Hangköz neve | Kis félhang | Nagy félhang | Kis egészhang | Nagy egészhang | Kis terc | Nagy terc |
|--------------|-------------|--------------|---------------|----------------|----------|-----------|
| $f_1 : f_2$  | 25 : 24     | 16 : 15      | 10 : 9        | 9 : 8          | 6 : 5    | 5 : 4     |

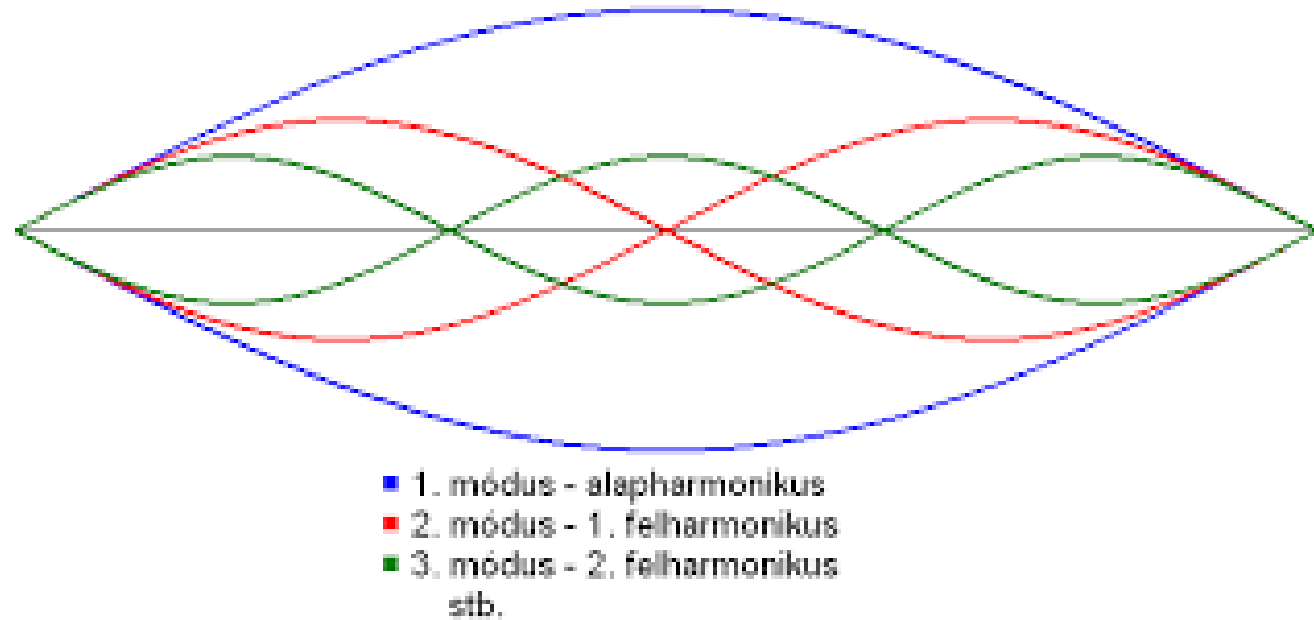
| Hangköz neve | Tiszta kvart | Tiszta kvint | Oktáv | Kis szekt | Nagy szekt | Kis szeptim | Nagy szeptim |
|--------------|--------------|--------------|-------|-----------|------------|-------------|--------------|
| $f_1 : f_2$  | 4 : 3        | 3 : 2        | 2 : 1 | 8 : 5     | 5 : 3      | 9 : 5       | 15 : 8       |

# A zenében

- Az egymást meghatározott hangközökkel követő hangok sorozatát hangsornak nevezzük.
- Konszonancia
- Disszonancia

| dó | ré    | mi    | fá    | szó   | lá    | ti     | dó |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----|
| 1  | $9/8$ | $5/4$ | $4/3$ | $3/2$ | $5/3$ | $15/8$ | 2  |

# A zenében



- A megpendített húron nem csak egyfajta állóhullám keletkezik. Az alaphanggal egyidejűleg megszólalnak annak felhangjai is. A felhangok frekvenciái az alaphangénak egész számú többszörösei.

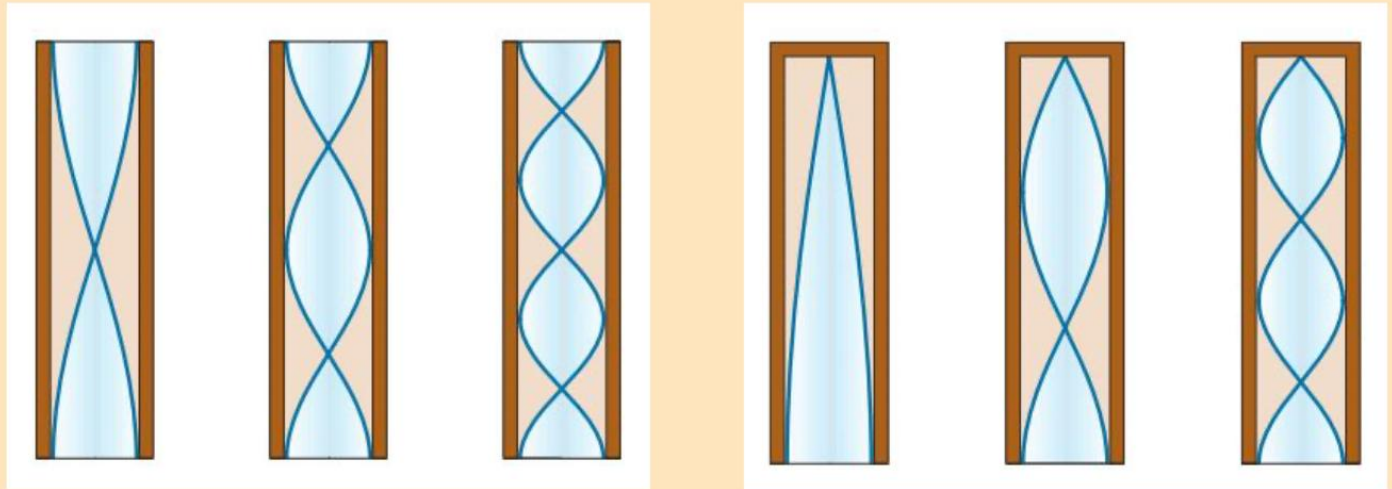
Az alaphangot a húron olyan állóhullám okozza, amely hullámhosszának a fele a húr  $l$  hosszával egyenlő:  $l = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 2 \cdot l$ . Ez alapján a megszólaló alaphang frekvenciája:  $f_0 = \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{2 \cdot l}$ . A megpendített húron megjelennek még további állóhullámok is, a felhangok, amelyekre igaz, hogy:  $\lambda = \frac{2 \cdot l}{k + 1}$ . Így a felhangok frekvenciái:  $f_{(k)} = \frac{c}{\lambda} = (k + 1) \cdot \frac{c}{2 \cdot l} = (k + 1) \cdot f_0, k = 1, 2, 3, \dots$

# A sípok

Nyitott síp  $l$  hossza az alaphang hullámhosszának a felével egyenlő:  $l = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 2 \cdot l$ . Az alapfrekvencia:  $f_0 = \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{2 \cdot l}$ . A felhangok frekvenciái ennek egész számú többszörösei:  $f_{(k)} = \frac{c}{\lambda} = (k + 1) \cdot f_0, k = 1, 2, 3, \dots$

A zárt síp  $l$  hossza az alaphang hullámhosszának a negyedével egyenlő:  $l = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 4 \cdot l$ . Az alapfrekvencia:  $f_0 = \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{4 \cdot l}$ . A felhangok frekvenciái ennek páratlan számú többszörösei:  $f_{(k)} = \frac{c}{\lambda} = (2 \cdot k + 1) \cdot f_0, k = 1, 2, 3, \dots$

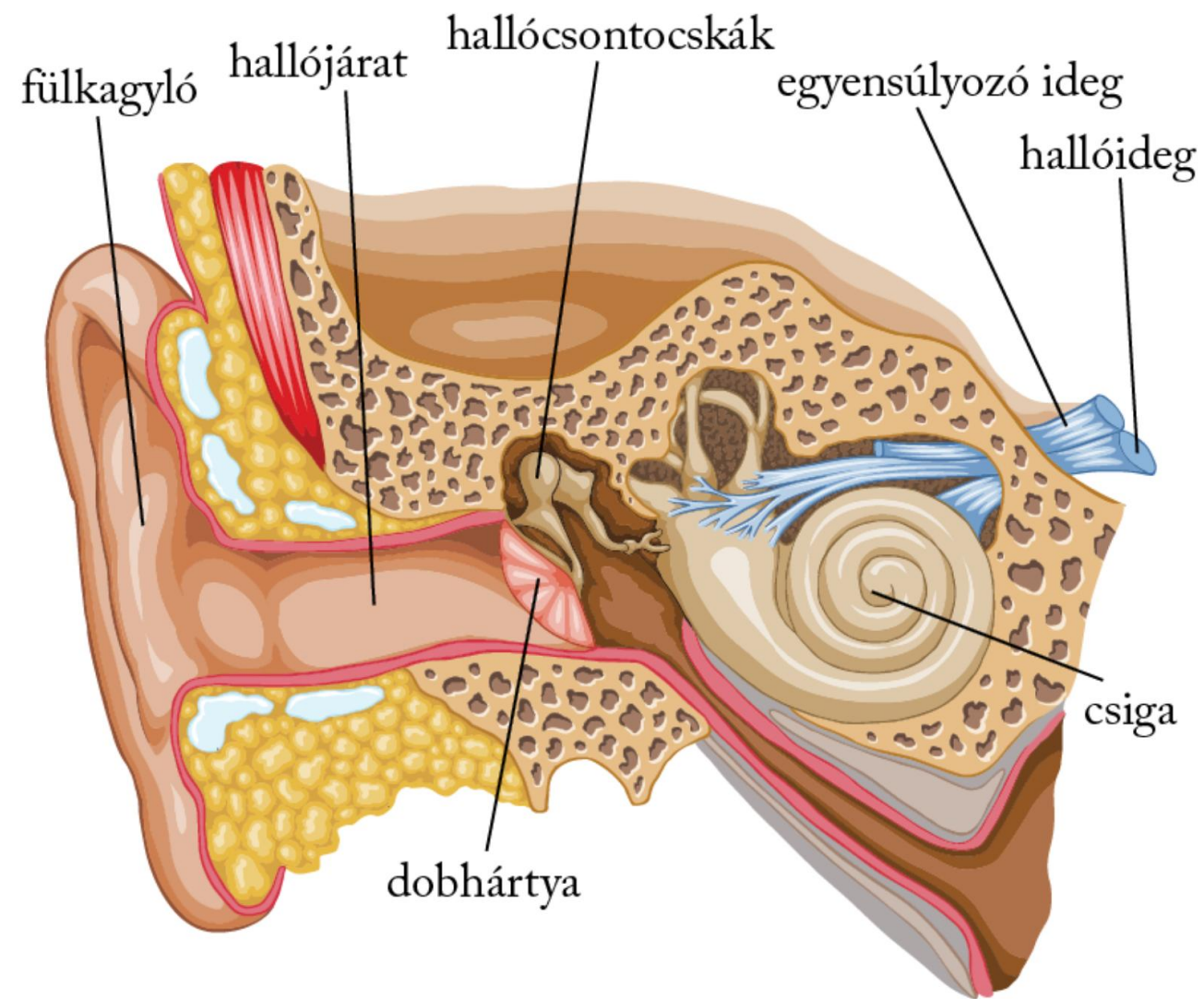
Azonos méretű sípok közül a zártnak 1 oktávval mélyebb a hangja, mint a nyitottnak.



# A sípok gyakorlatban

- Játékvezetők fegyvere
- Magas, éles hang
  - 3,74 kHz és 4,1 kHz
- Több rezonanciatér (kamra)
- 125db/10cm



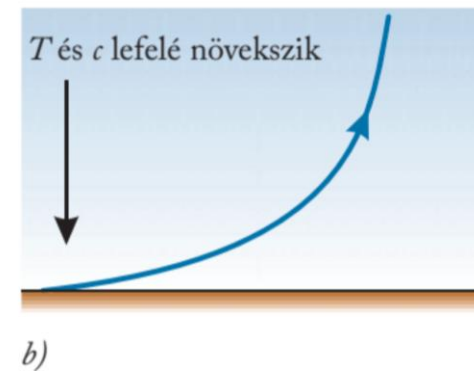
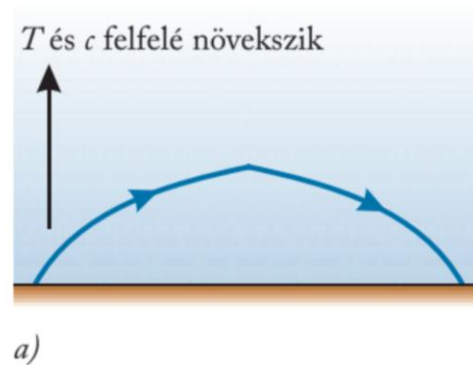


# A hang terjedési tulajdonságai

- Fülünk két hangot akkor hall különállónak, ha a két hang észlelése között legalább 0,1 másodperc telik el. Ha a visszavert, nagy energiájú hang legalább 0,1 másodperccel később érkezik a fülünkbe, akkor visszhangot (echó) hallunk.
- A visszaverő felületnek legalább 17m távol kell lennie a hangforrástól.
- Kisebb termekben vagy szobákban nem visszhangot hallunk, hanem zengést.
  - Az utolsó hangot elnyújtva halljuk.

# A hangtörés

- Hidegebb levegőben a hang lassabban terjed mint a melegben
- Nyáron: Talajközeli légrétegek melegebbek → a hang egyre jobban eltávolodik a talajtól felfelé
- Télen: Talajtól felfelé egyre melegebb légrétegek → a hang "visszakanyarodik" a talaj felé
  - Teljes visszaverődés is előállhat



# A hang elhajlása

- Csak akkor, ha a beszédhang hullámhosszai összemérhetők a rés hosszával.
- A hallható hang hullámhossza 2cm-től 20m-ig terjed.
- Magas hangok csak kisebb réseken hajlanak el, mély hangok kb. bármekkora résen.
- Mély hangok nagyobb mértékben hajlanak el, mint a magas hangok.

# A hangelnyelődés

- A hanghullám amplitúdója a hangforrástól távolodva csökken.
- A csökkenés az anyagi közegtől és a hanghullám frekvenciájától is függ.
- A magasabb frekvenciájú hangok nagyobb mértékben nyelődnek el.

# Érdekség

- Miért lehet az, hogyha egy koncerten vagyunk, a mély hangokat a testünkben is érezzük?
- A mély hangok alacsony frekvenciájúak és hosszú hullámhosszúak, ezért nemcsak a fülünket, hanem az egész testünket is rezgésbe hozzák.

The slide features two teal-colored geometric shapes: a large parallelogram on the left and a triangle on the right, both pointing towards the center. The text is centered between these shapes.

Köszönöm a figyelmet!