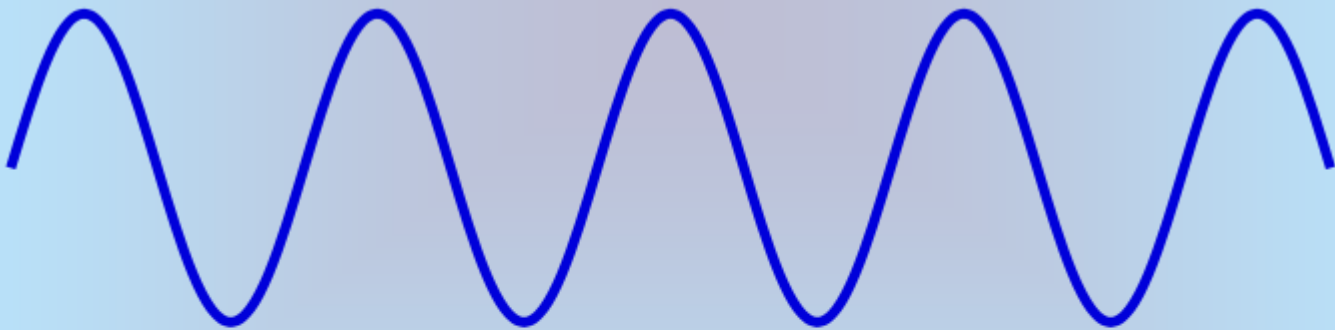
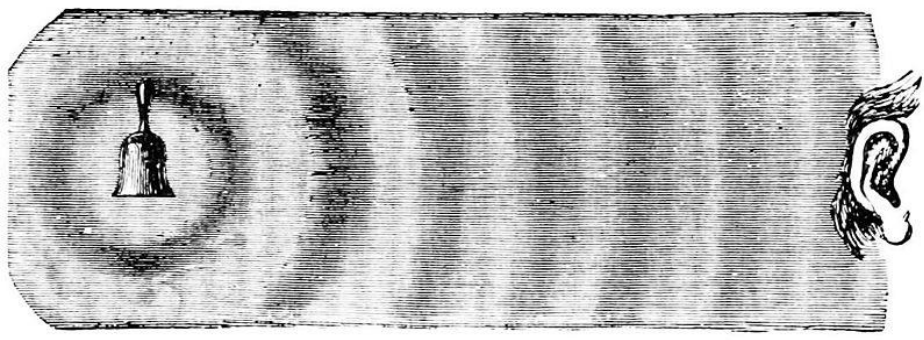




HANGTAN

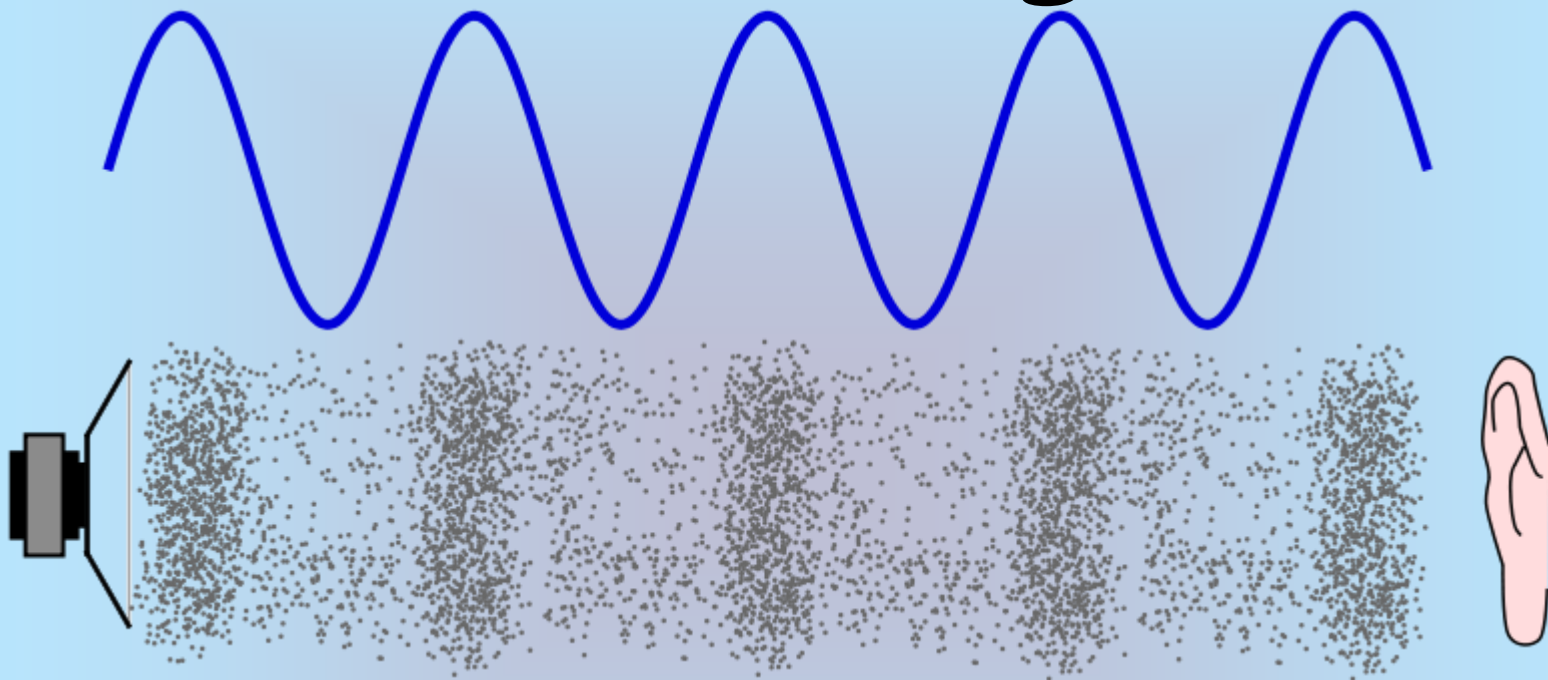




- Hang a mindennapi életben**
- Mi a hang a fizikában?**
- Milyen gyors a hang?**
- Mivel hallunk?**
- Hang tulajdonságai?**



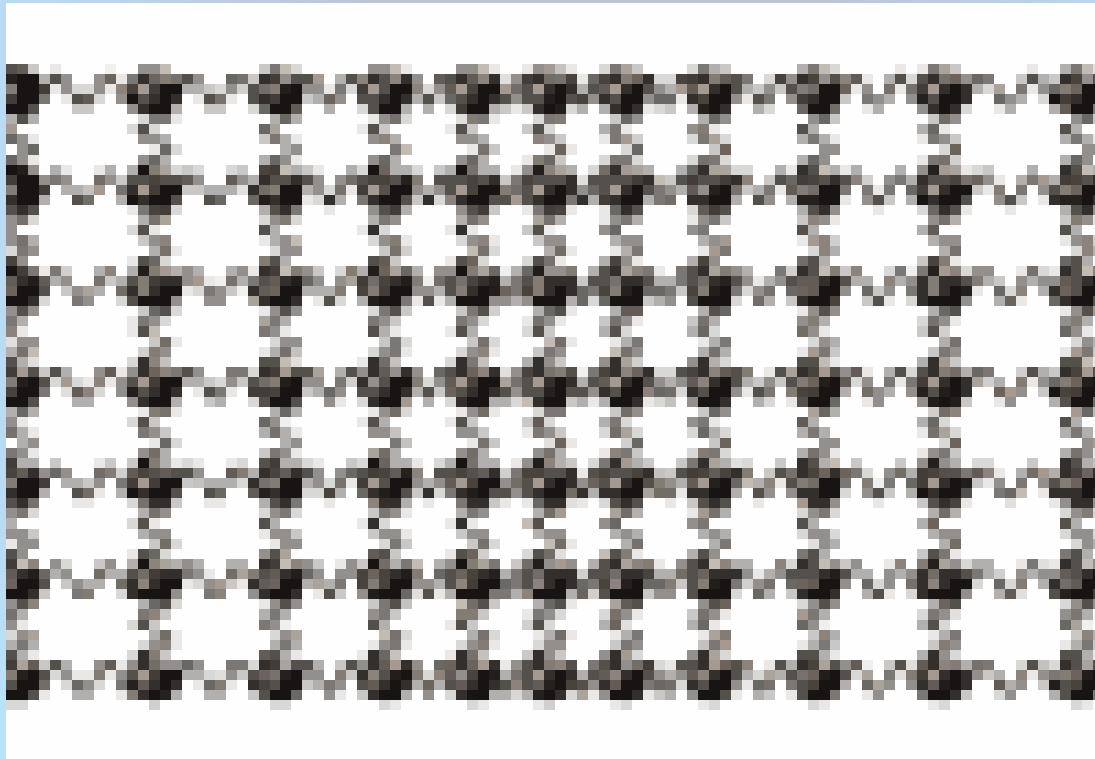
A köznapi életben mit nevezünk hangnak?



A mindennapi életben a hallószervünkkel felfogható mechanikai hullámot nevezzük hangnak.

A hanghullámok longitudinális hullámok. A levegő (vagy más közeg) **sűrűsödésével és ritkulásával** terjednek.

Longitudinális hullámok

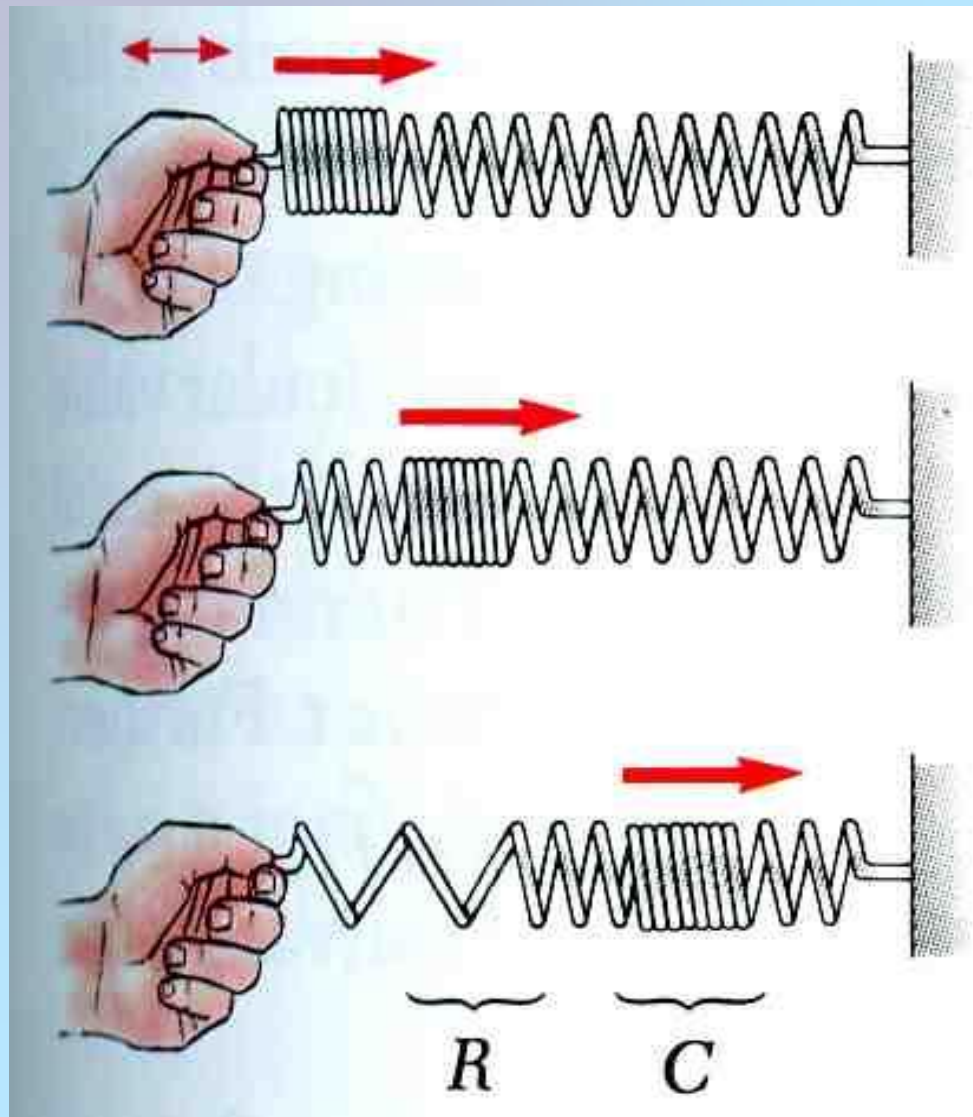


Longitudinális hullámok

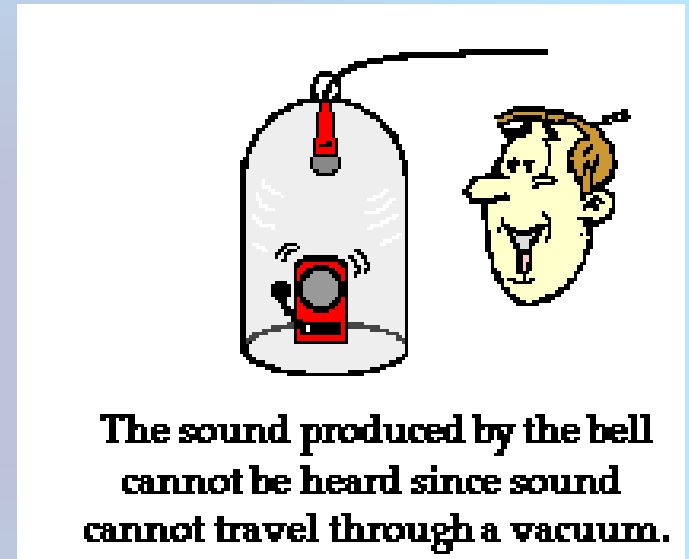
Ha a közeg részecskéi a terjedés irányában rezegnek, akkor **longitudinális** hullámról beszélünk,

A longitudinális hullámoknál sűrűsödések és ritkulások terjednek tova.

Longitudinális hullámok mindhárom közegben előfordulhatnak.



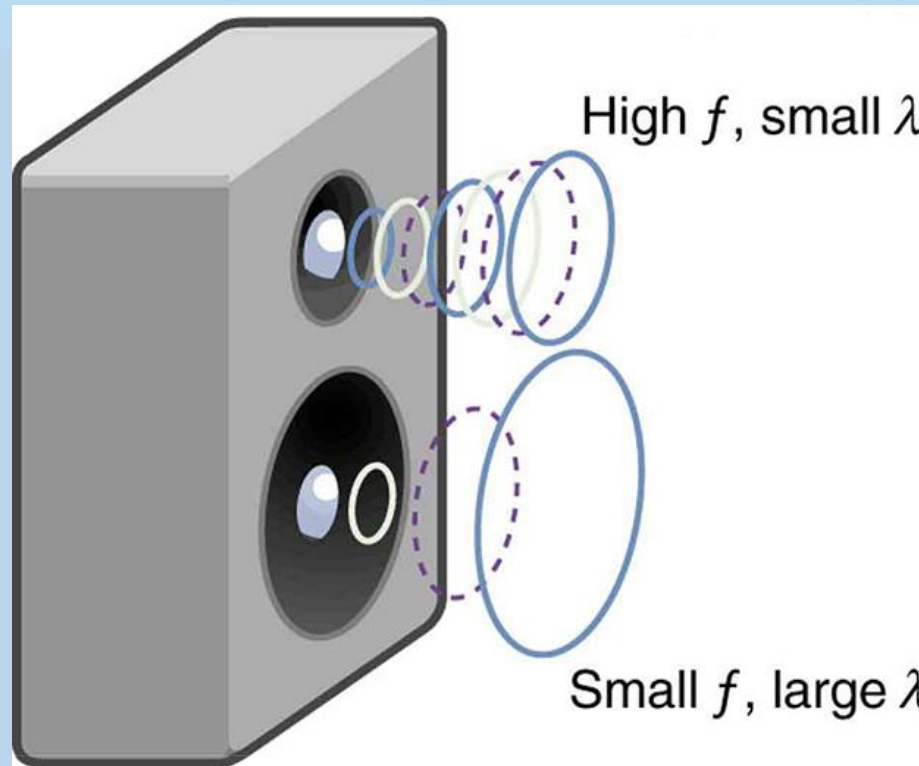
A hang hullámtulajdonságai



A hang terjedéséhez szükséges közeg lehet gáz, folyadék vagy szilárd test.

Vákuumban nem terjed!

A hang hullámtulajdonságai



Hullámhossz(λ), frekvencia (f), terjedési sebesség (c)

A hullámhossz és a frekvencia fordított arányban vannak egymással.

$$c = f \cdot \lambda$$

Nem minden hangot hallunk!

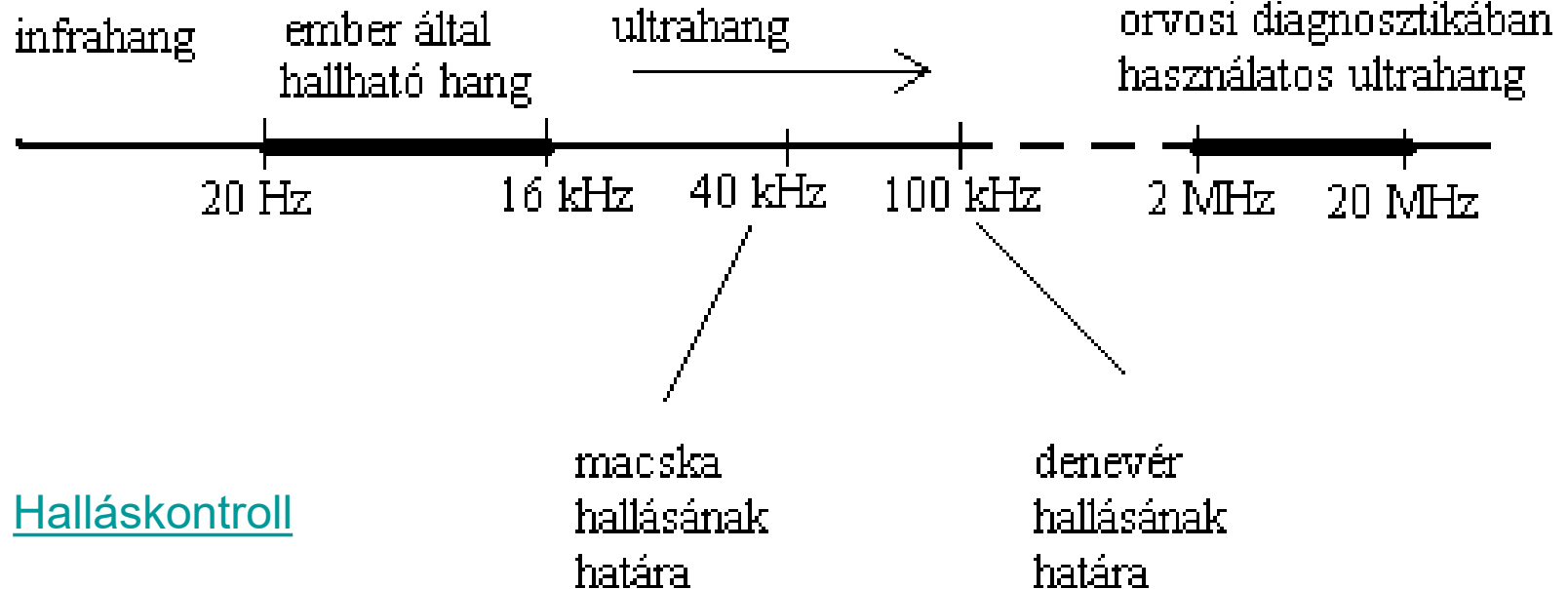


A hanghullámok spektruma

A hanghullámok mechanikai hullámok, a fény elektromágneses hullám.

Hanghullámok spektruma

A hallható hang olyan hang, amelynek (vagy legalább egy szinuszos összetevőjének) frekvenciája 20 Hz és 16000 Hz (újabban 20000) között van. Az ennél magasabb frekvenciájú hang az **ultrahang**.

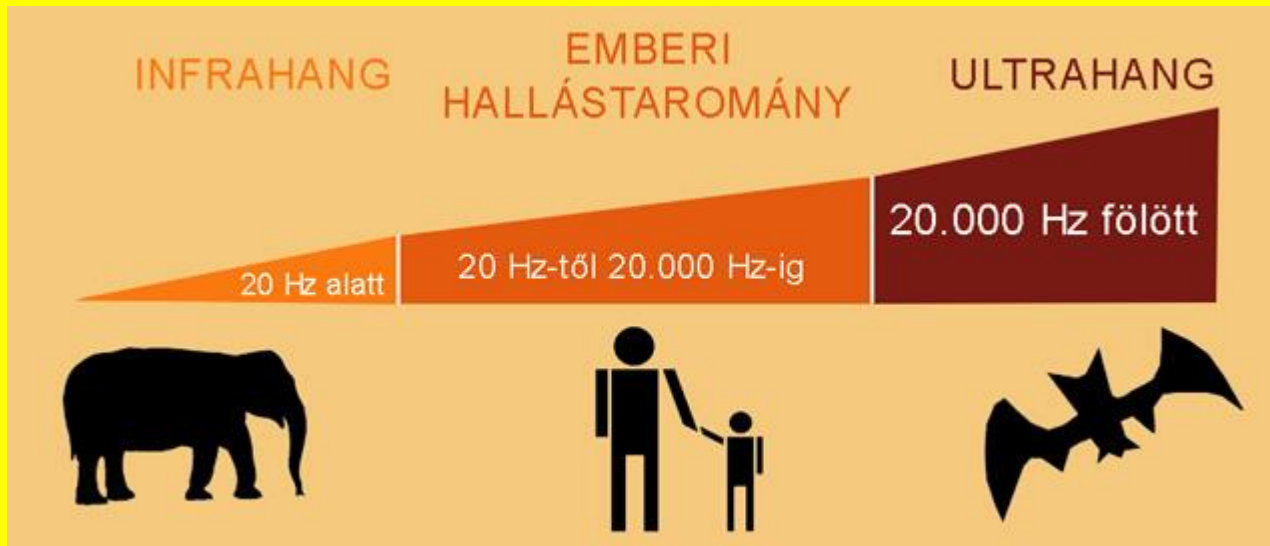


Infrahang

20 Hz alatti hangtartomány

Érzések széles skáláját idézik elő

Szellemjelenségeket infrahanggal magyarázzák



Infrahang



A zsiráfok **kommunikálnak egymással infrahangon.**

A elefánt szintén alkalmazza az infrahangot a kommunikációhoz vagy fegyverként az ellenség elijesztéséhez.

Az infrahangot létrehozhatják viharok, szelek, bizonyos időjárási körülmények és egyes **földrengéstípusok.**

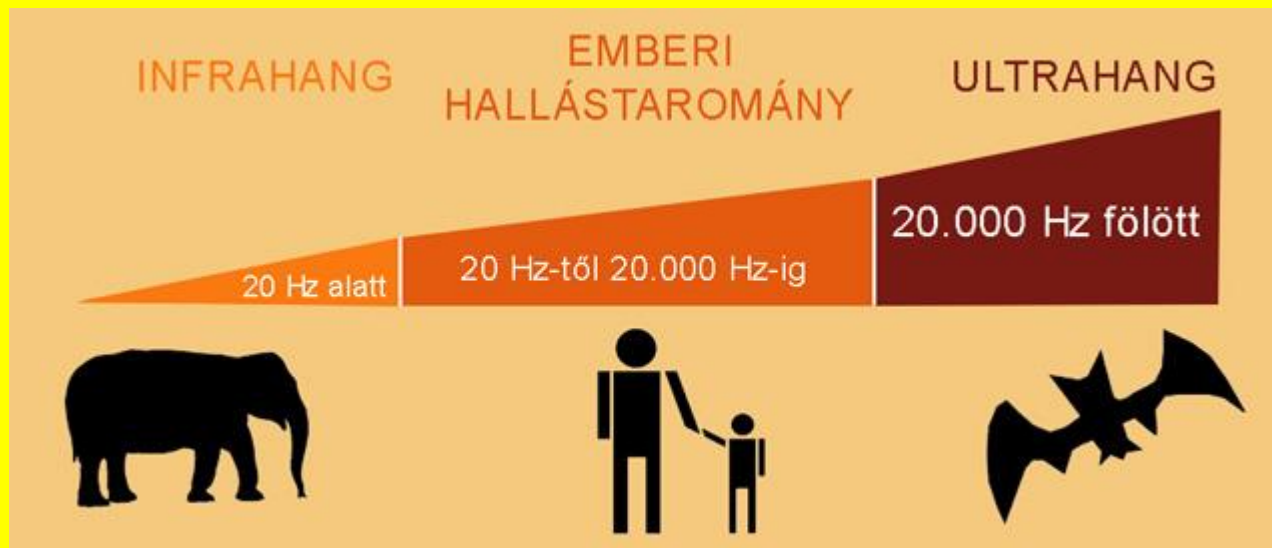
Az infrahangot néha **tömegoszlatáshoz** is használják (infrahangú fegyver).

Ultrahang

20 000 Hz-nél magasabb frekvenciájú hangok

Felhasználása:

kémiában, orvosi vagy műszaki gyakorlatban



Denevérek

A legismertebb, ultrahangot használó csoport a denevérek. A ma élő valamennyi denevérfaj éjszaka aktív. Az éjszakai mozgáshoz szükség volt egy hatékony navigációs rendszerre. Az általuk használt visszhang-lokátor működésében a radarra hasonlít, de nem rádióhullámokat, hanem 50-200 kHz-es hanghullámokat bocsát ki.



Sonar elv

AMERICA'S NAVY

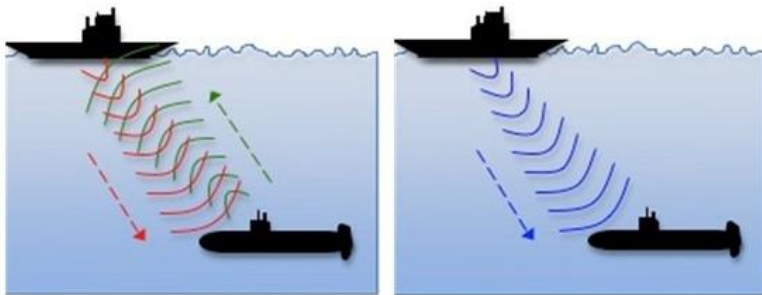
STEM for the CLASSROOM

Discovery EDUCATION

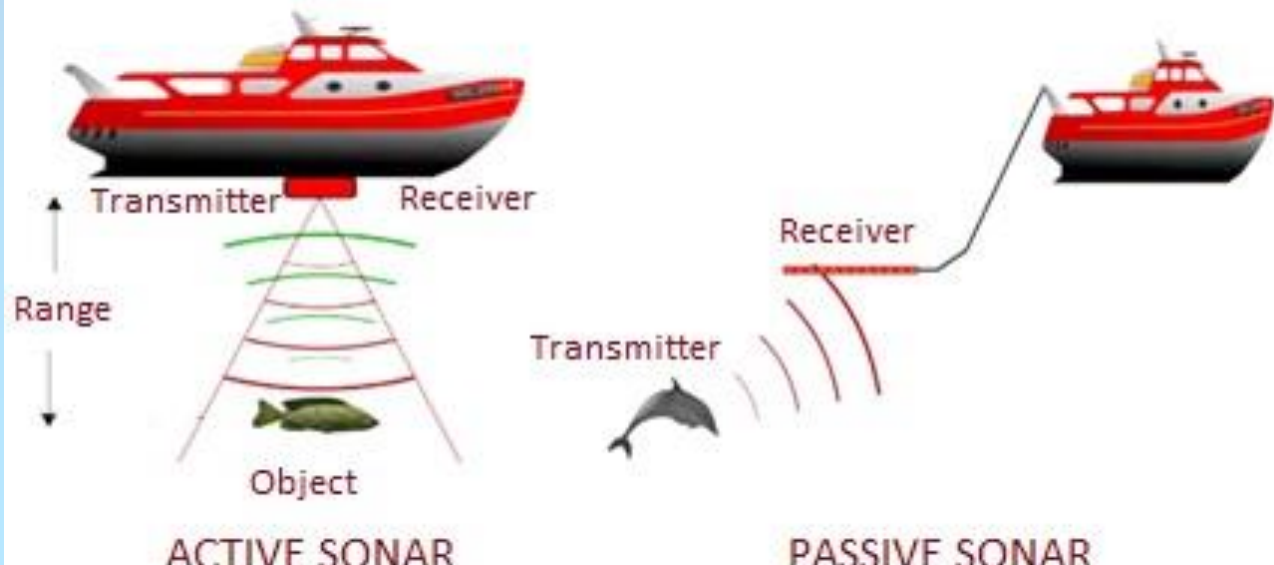
Sonar

Active

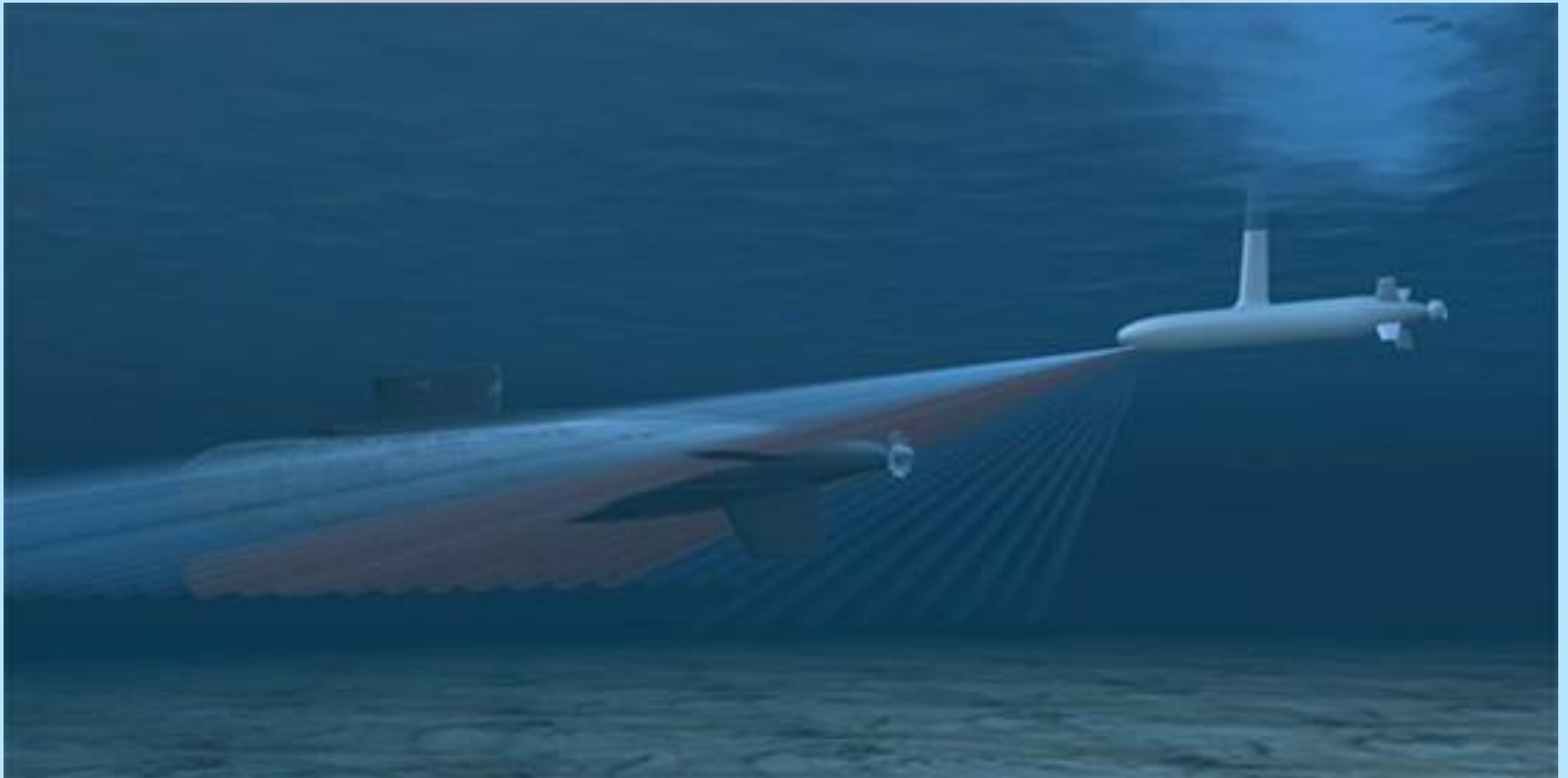
Passive



Copyright © 2013 Discovery Education. All rights reserved. Discovery Education Inc. is a subsidiary of Discovery Communications, LLC.



Robothajókkal vadásznak a tengeralattjárókra

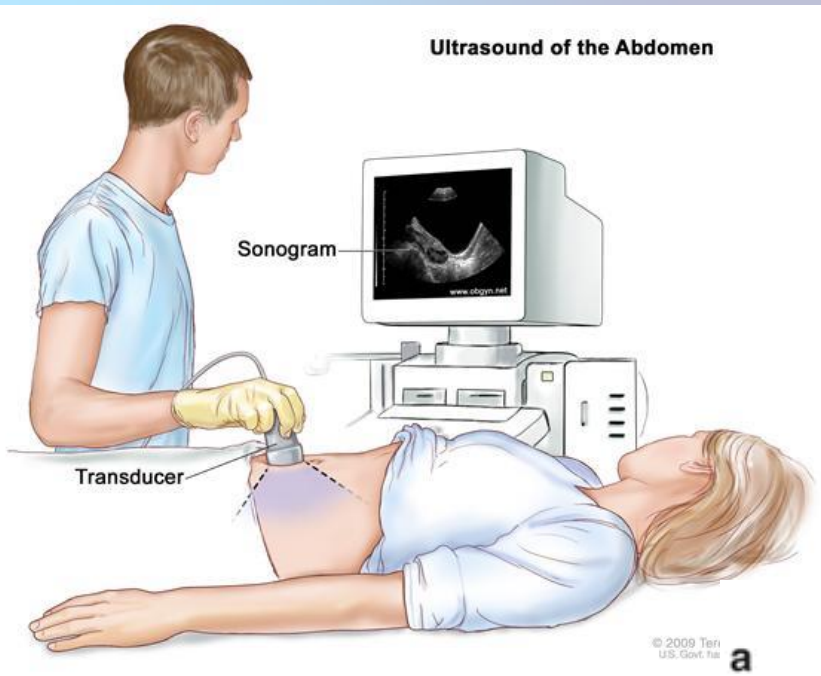


Ultrahang az egészségügyben

Érdekesség

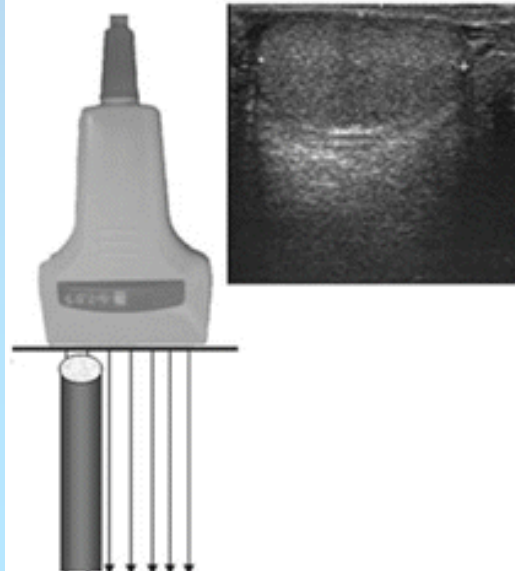


Transducer



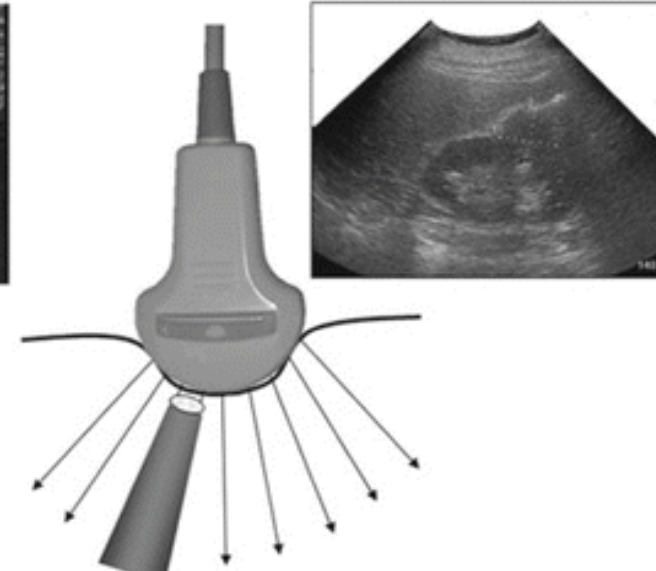
Transducers

Linear Array

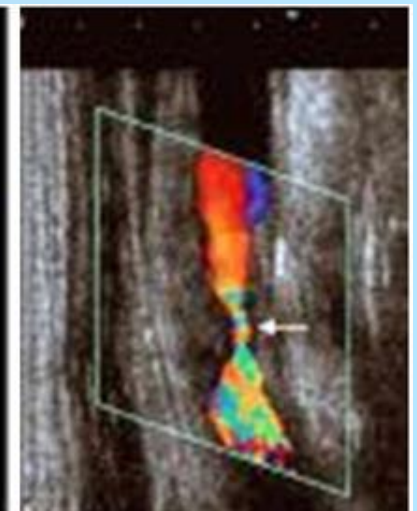
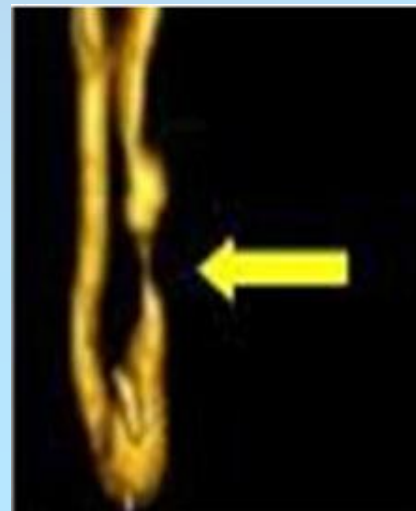
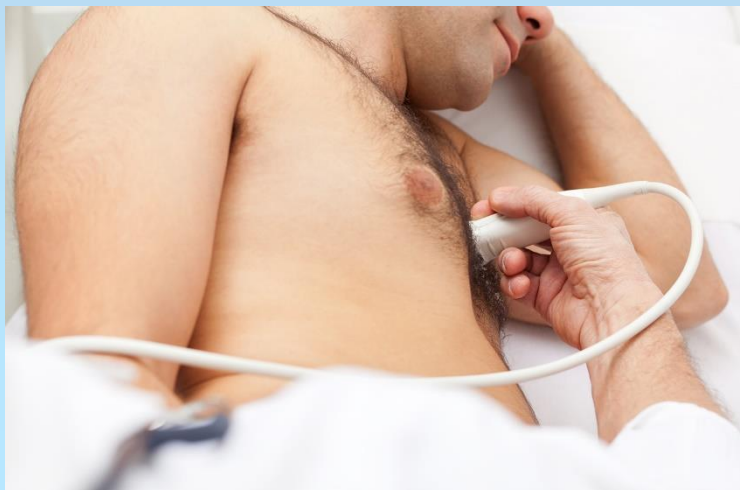
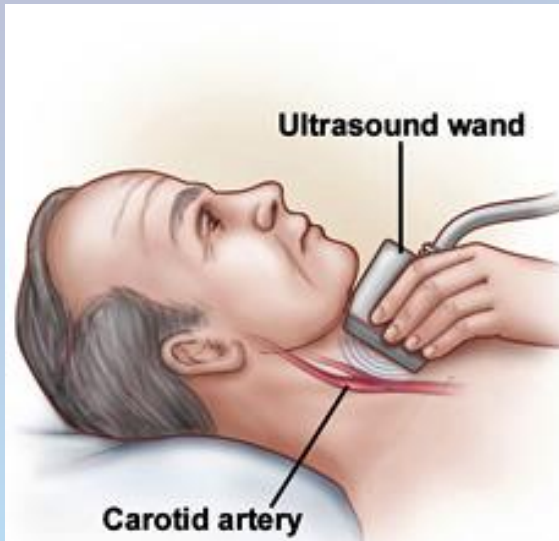


b

Curved Array



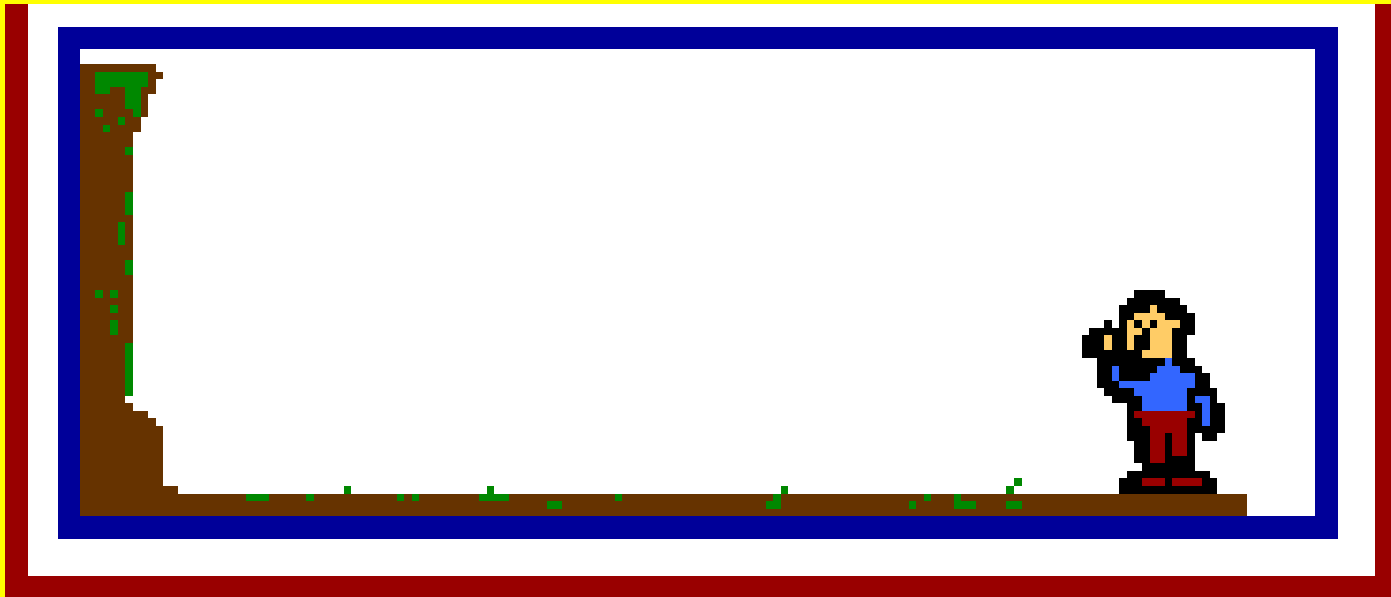
Nyaki ütőér(Carotis) és szív ultrahangos vizsgálata



Ultraszagos távirányítók az 1950-es és 1960-as évekből



Hanghullámokkal kapcsolatos jelenségek



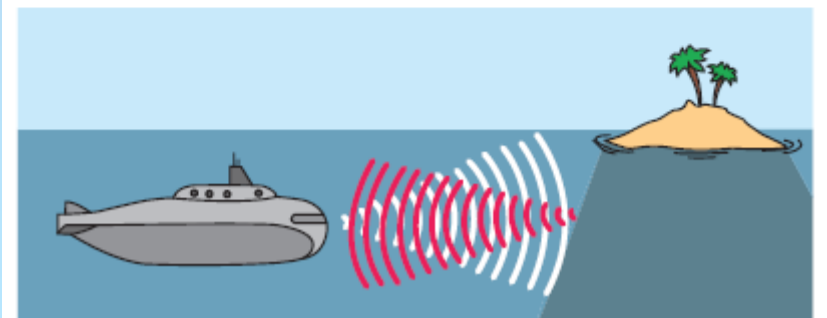
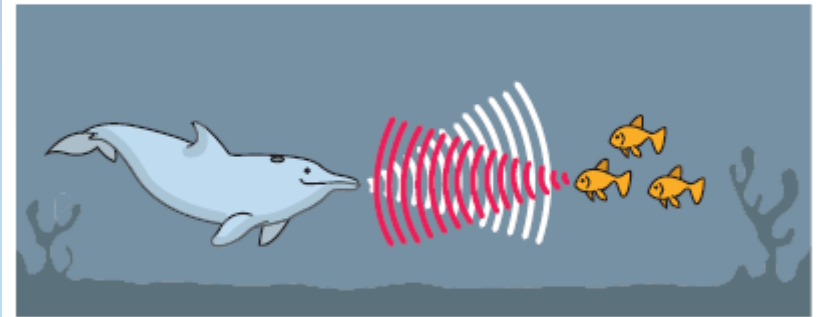
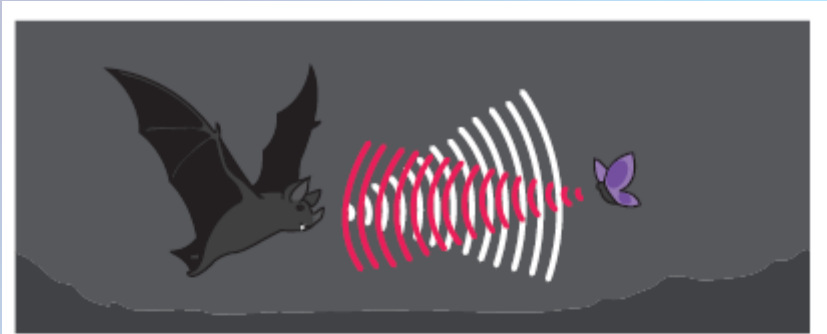
Hanghullámok visszaverődése

A hullám a határfelületről visszaverődhet, és átléphet egy új anyagba, abban haladva tovább.

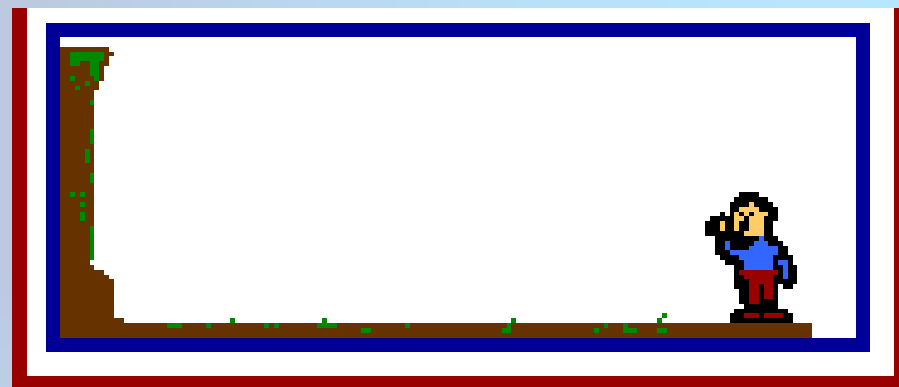
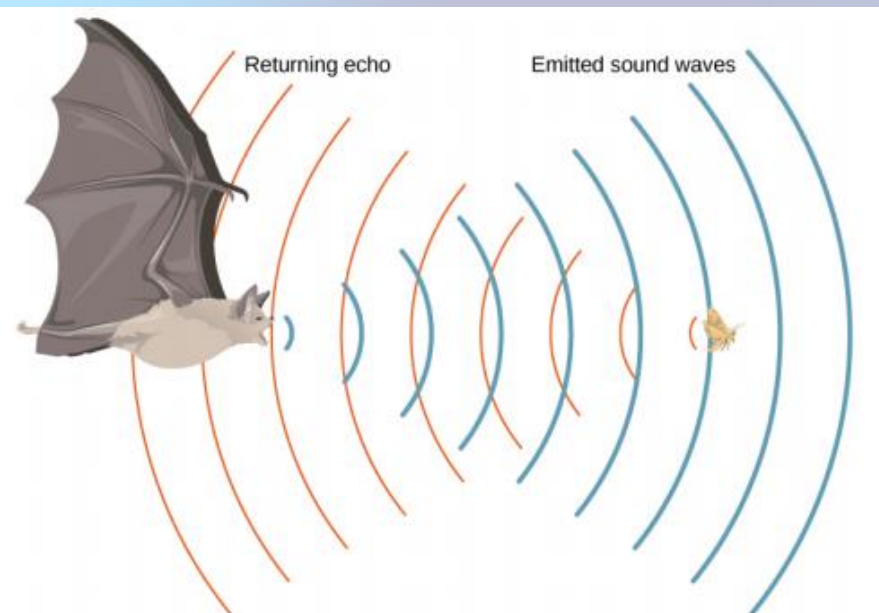
A visszaverődés jelenségét érzékeljük a **visszhang** esetében, vagy a fürdőkádban víz hullámokat keltve.

A másik jelenséget a víz alatt búvárkodva érzékeljük, amikor az úszómester a medence széléről fütyül, és ez a hang a levegőben terjedve átlép a medence vizébe, majd a vízben folytatja útját a fülünkig.

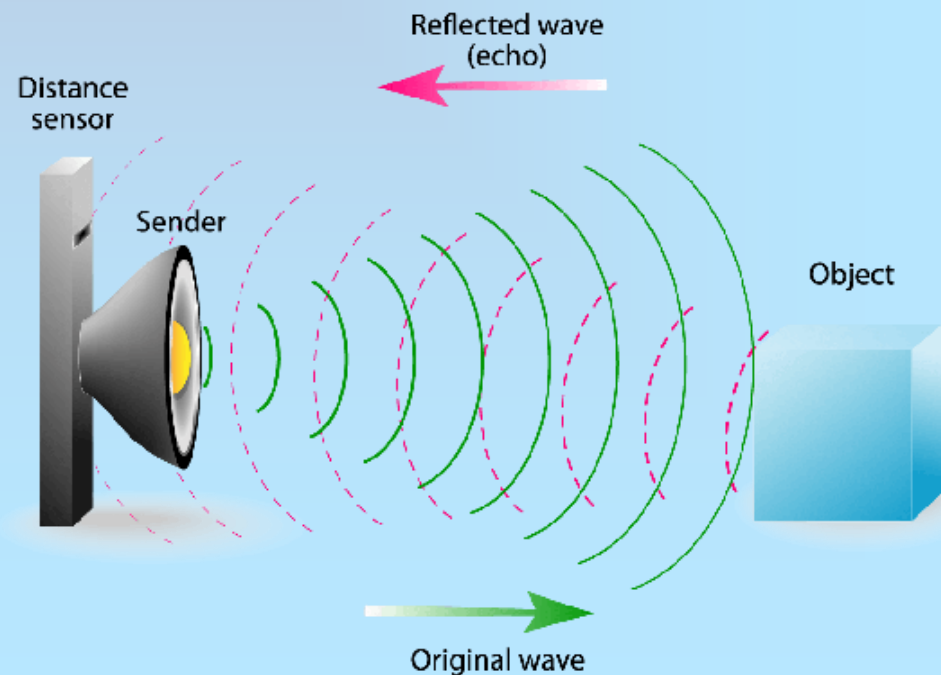
Természetesen a hullám sebessége megváltozik, amint új anyagba lép.



Visszhang



A fülünk két hangot, akkor hall különállónak, ha a két hang észlelése között legalább 0,1 s telik el.
Visszhang (echo) jelensége lép fel visszaverődésnél.



Hang terjedési sebessége

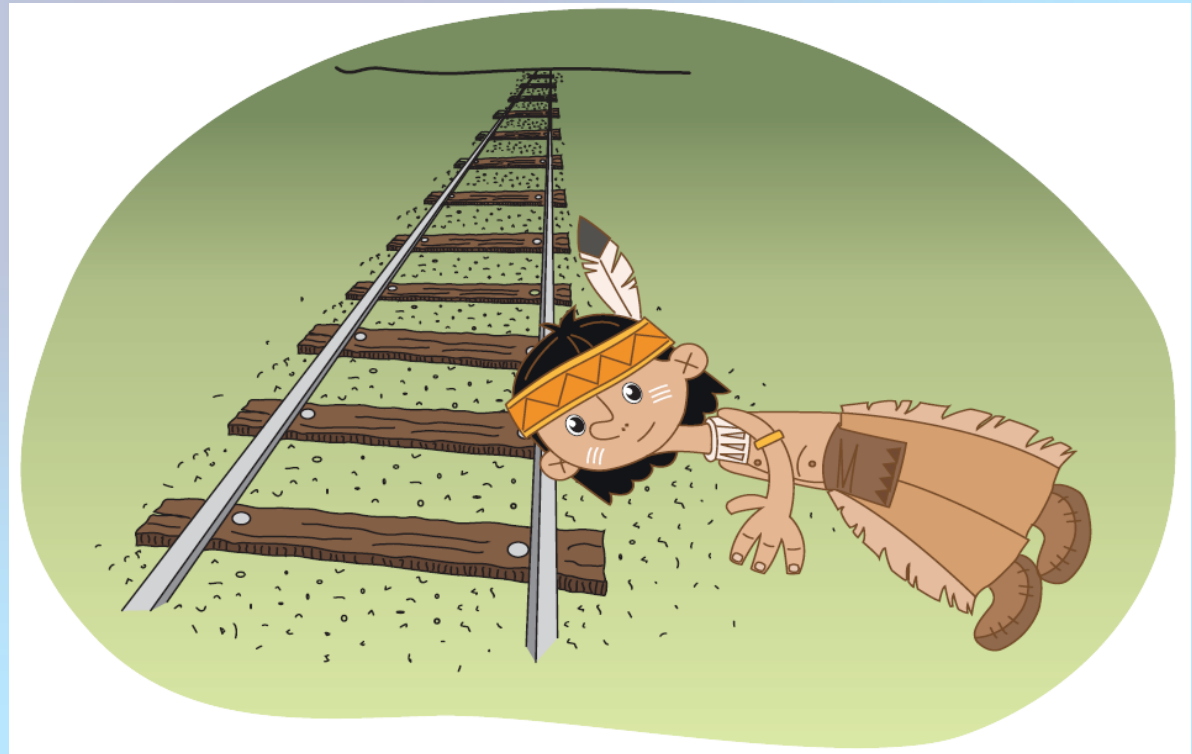
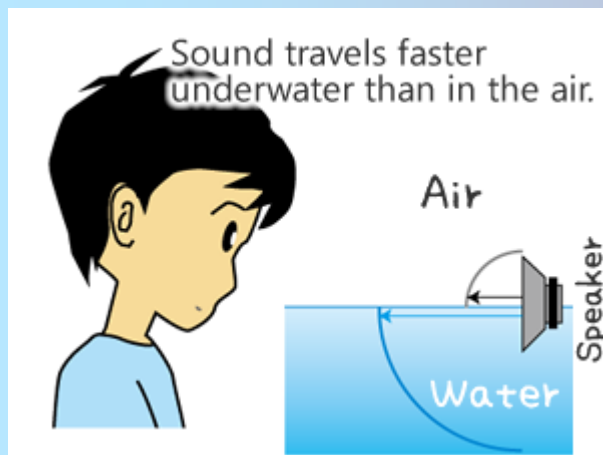
A hang sebességét több dolog is befolyásolhatja, módosíthatja.

A hang sebessége függ a közvetítő anyagtól, amiben terjed.

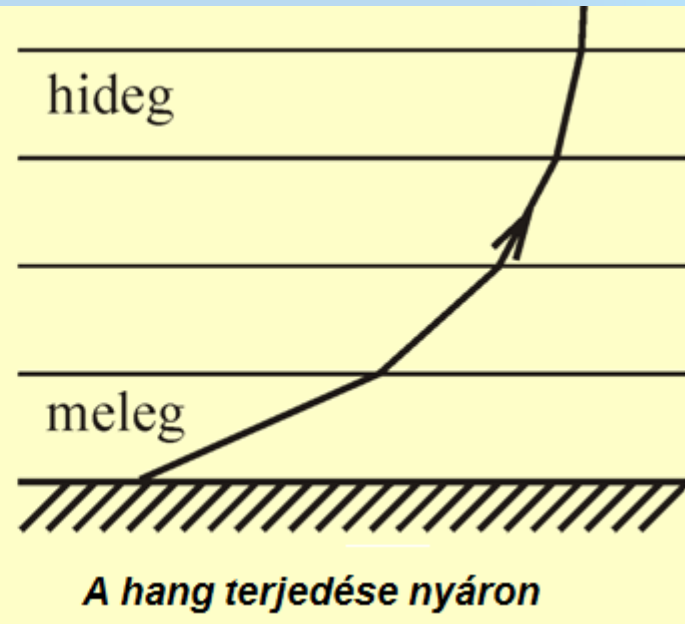
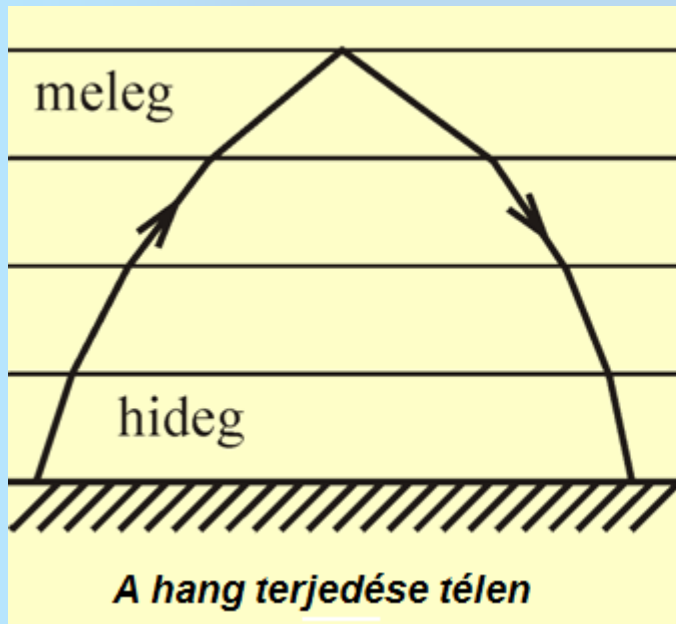
Légnemű anyagokban lassabban, folyadékokban gyorsabban, szilárd anyagokban még gyorsabban terjed a hang.

Ez az érték

- levegőben 340 m/s,
- vízben 1500 m/s ,
- acélban 6000 m/s.



A hanghullám tulajdonságai



A hidegebb levegőben a hang lassabban terjed mint meleg levegőben.

Télen felléphet a teljes visszaverődés jelensége.

Télen a kiáltás messzebbre hallatszik, mint nyáron.

A víz felett a hang messzebbre jut, mert a víz nagyon jól visszaveri a hangot.

Doppler effektus



Christian Andreas Doppler (1803-1853)
osztrák matematikus és fizikus

[Videó](#) (hang & fény) [Videó](#) (repülőgép)

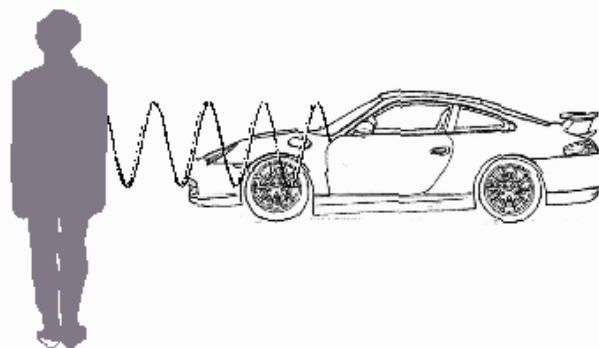
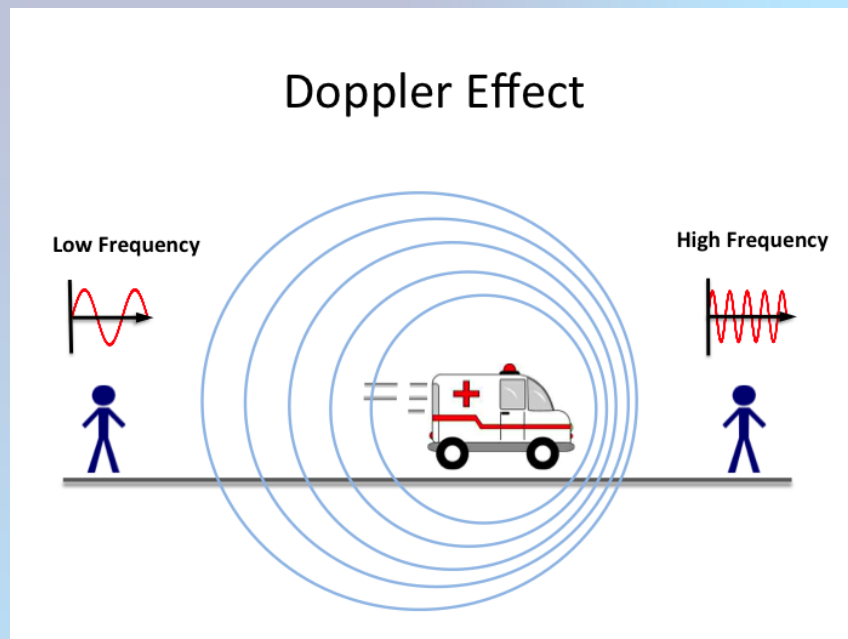
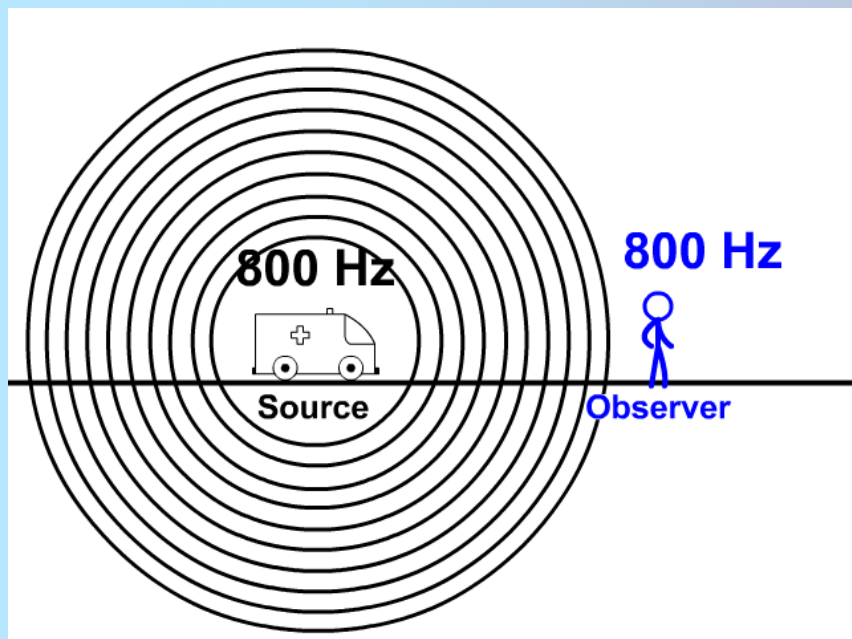
$$f_{\text{közeledő}} = f_0 \frac{c}{c - v} > f_0$$

$$f_{\text{távolodó}} = f_0 \frac{c}{c + v} < f_0$$

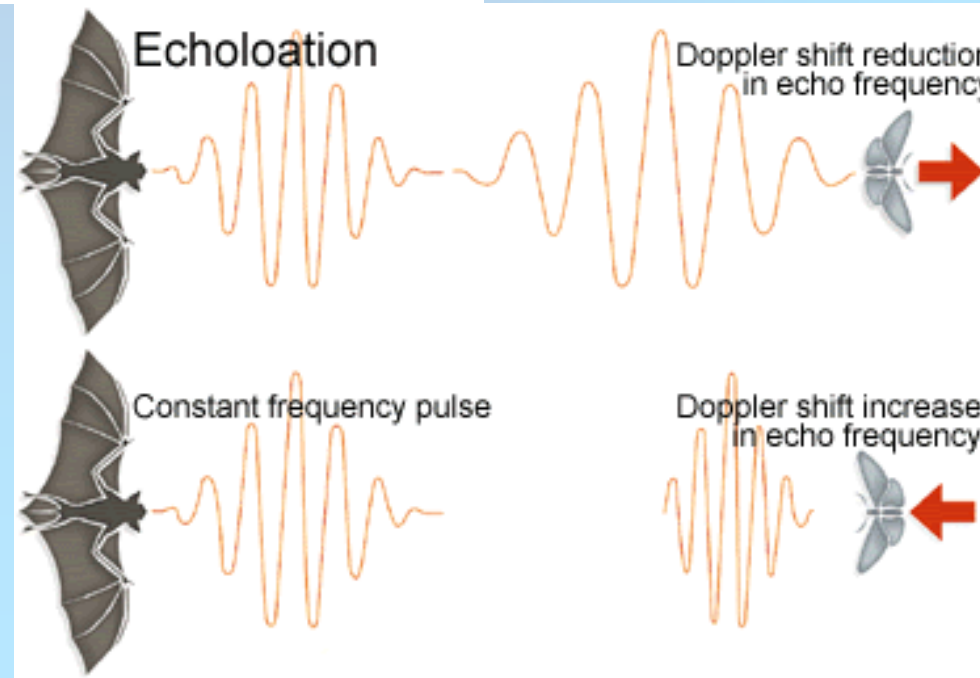
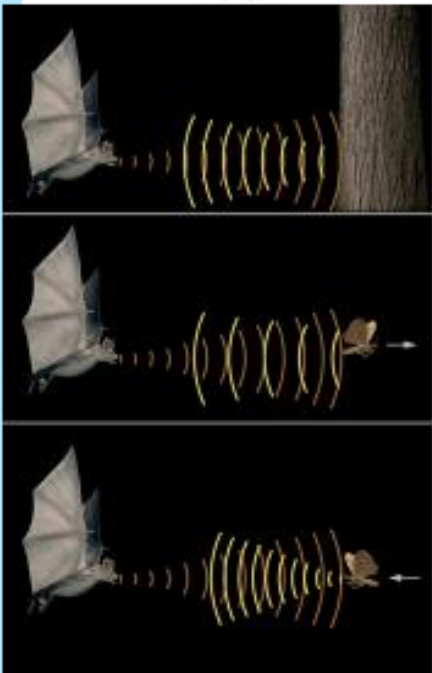
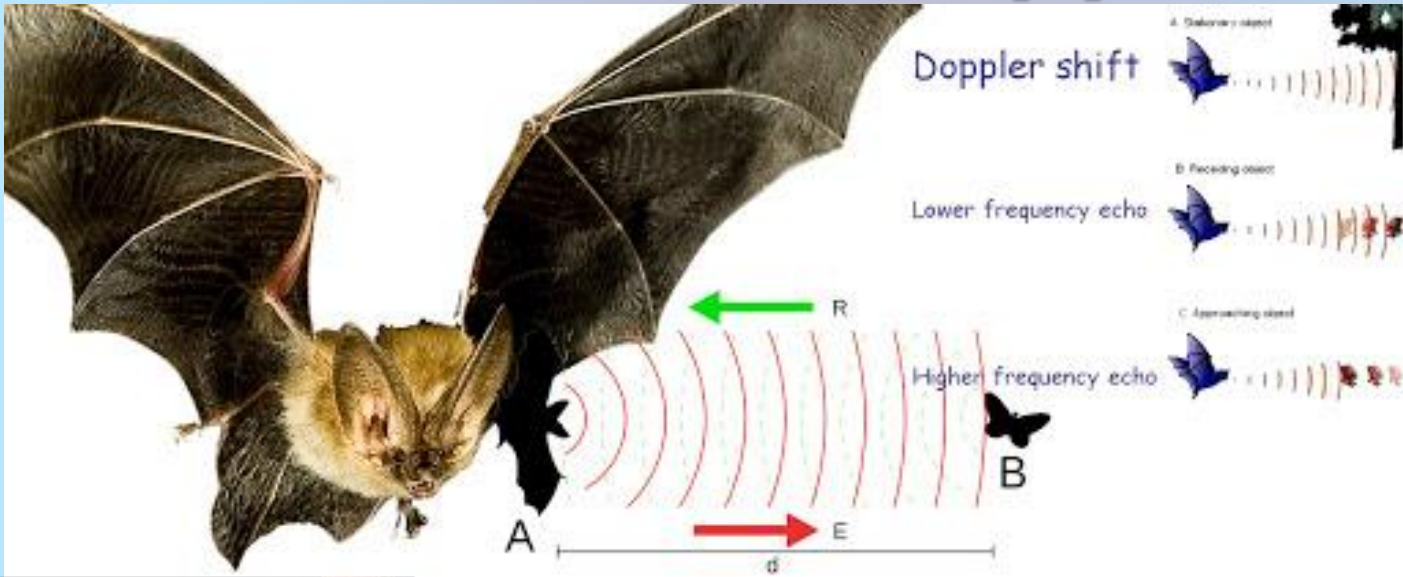
c a hang sebessége,
 v a hangforrás sebessége,
 f_0 a kibocsátott hang frekvenciája,
 f az észlelt hang frekvenciája

Az észlelt hang frekvenciáját nem csak a hangforrás frekvenciája határozza meg, hanem a hangforrásnak abban a közegben lévő sebessége is, amelyben a hang terjed.

Doppler effektus a mindennapi életben

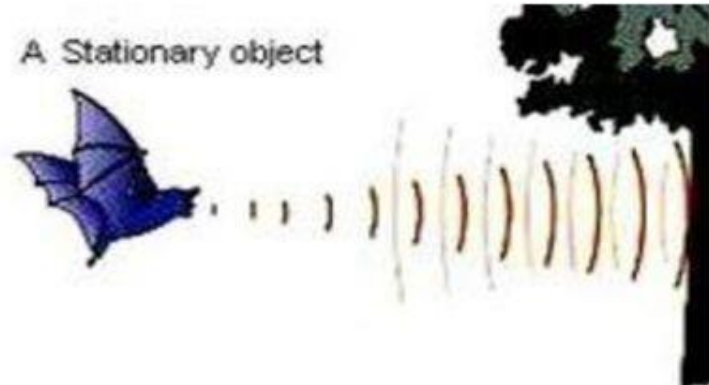


Denevér és a Doppler effektus

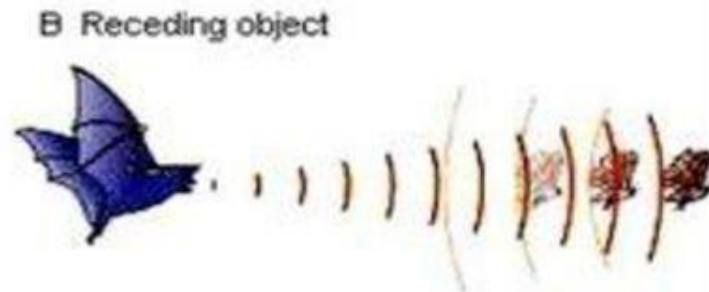


DOPPLER SHIFT AND ECHOLOCATION

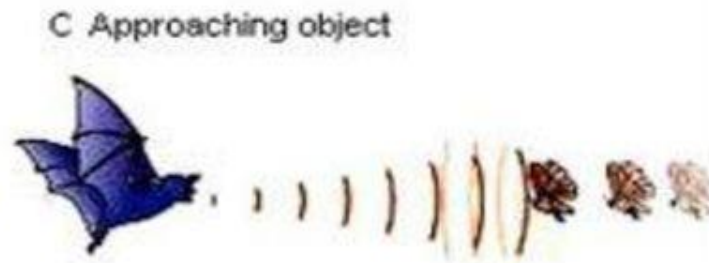
Doppler shift



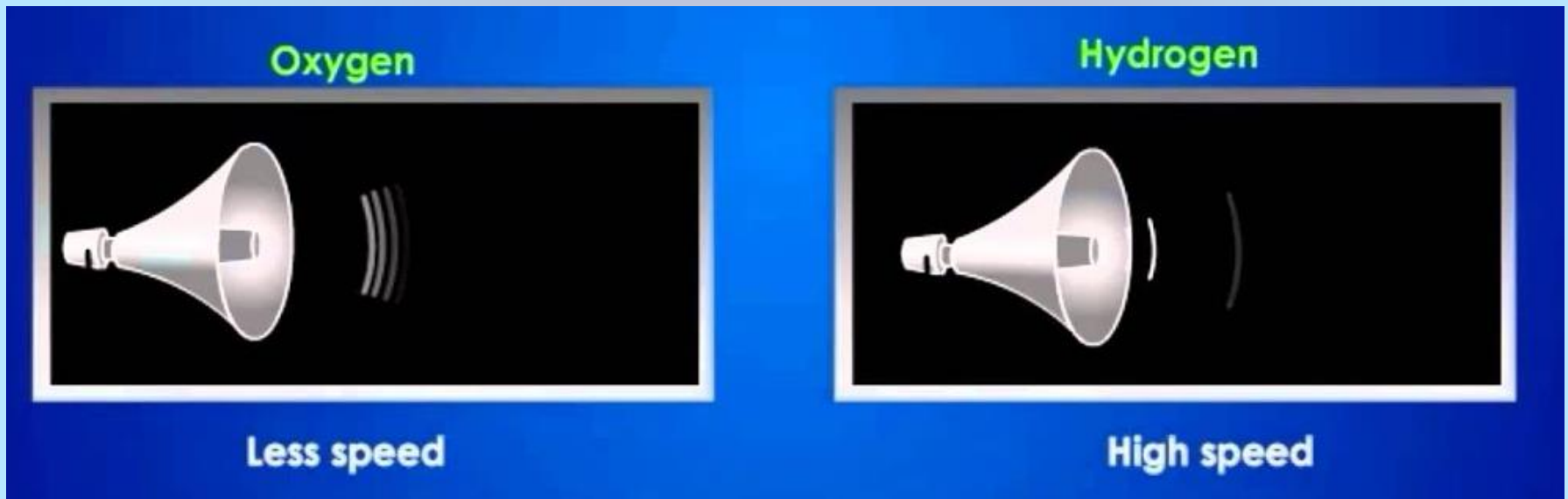
Lower frequency echo



Higher frequency echo



Hang sebessége különböző gázokban



A hang sebessége fordított arányban van a közvetítő közeg sűrűségének négyzetgyökével.

Az oxigén és a hidrogén sűrűségének aránya 16:1

0 °C-on a hang sebessége oxigénben 317 m/s, hidrogénben 1269 m/s.

A hang terjedési sebessége

[videó](#)



Hangrobbanás

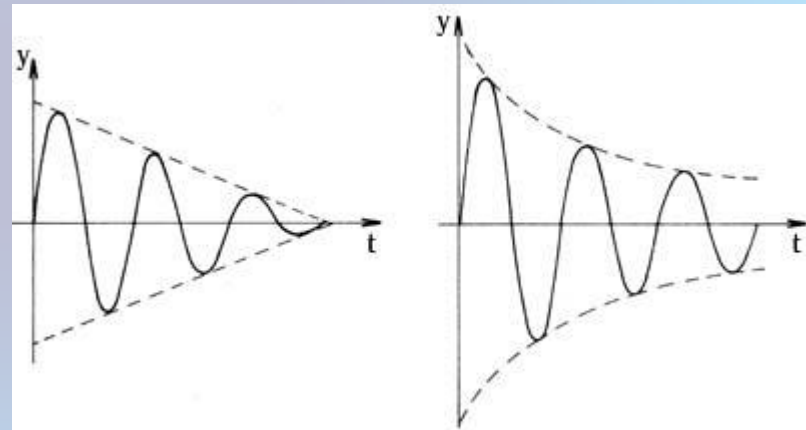
Amennyiben a hangforrás sebessége eléri , vagy akár meghaladja a hang adott közegbeli sebességét , akkor a hangforrás előtt nincs hullámjelenség.

A **szuperszonikus repülőgépek** képesek erre. Ilyenkor egy **lökéshullám** jön létre, amelynek a kúppalást alakú hullámfrontja igen nagy nyomású. A talajon hallva ilyenkor hangrobbanást hallunk. Hasonló jelenség lép fel az **ostor** csattintásakor is.

A hang elnyelődései



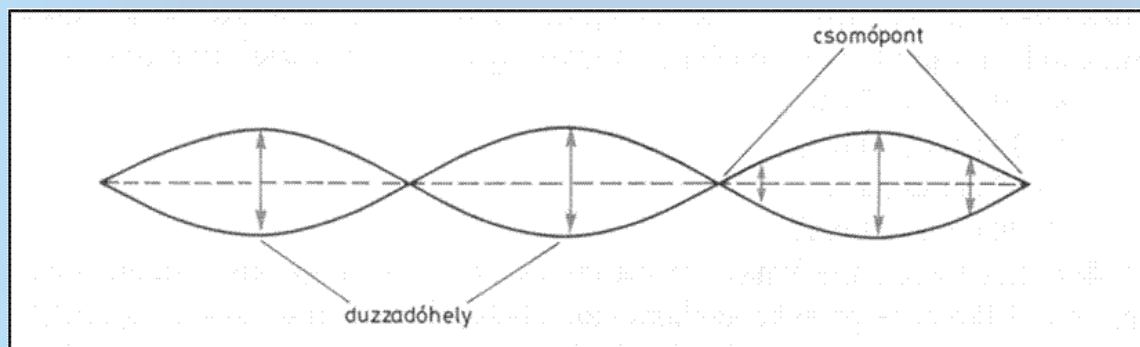
Miért van az, hogy az autóból jövő zene távolról dübörgő mély hang?



A hangelnyelődés miatt a hanghullám amplitúdója a forrástól távolodva csökken. A nagyobb frekvenciájú hangok nagyobb mértékben nyelődnek el, mint az alacsonyabb frekvenciájúak.

***A hanggal kapcsolatos
jelenségek.
Zenei hangok***

Állóhullámok



- Az **állóhullámok** az egymással szemben terjedő *hullámok* találkozásakor jönnek létre (pl. a **gitár húrján**, amelynek hullámai visszaverődnek a két húrvégről).
- Az állóhullámokban **csomópontok** és **duzzadóhelyek** alakulnak ki.
- A duzzadóhelyeken lévő pontok kitérése maximális a csomópontban lévőké nulla.

Alaphang, felhangok

A húrban kialakuló **legnagyobb** amplitúdójú (max. kitérésű) állóhullám hullámhossza a **húr hosszának kétszerese lesz**

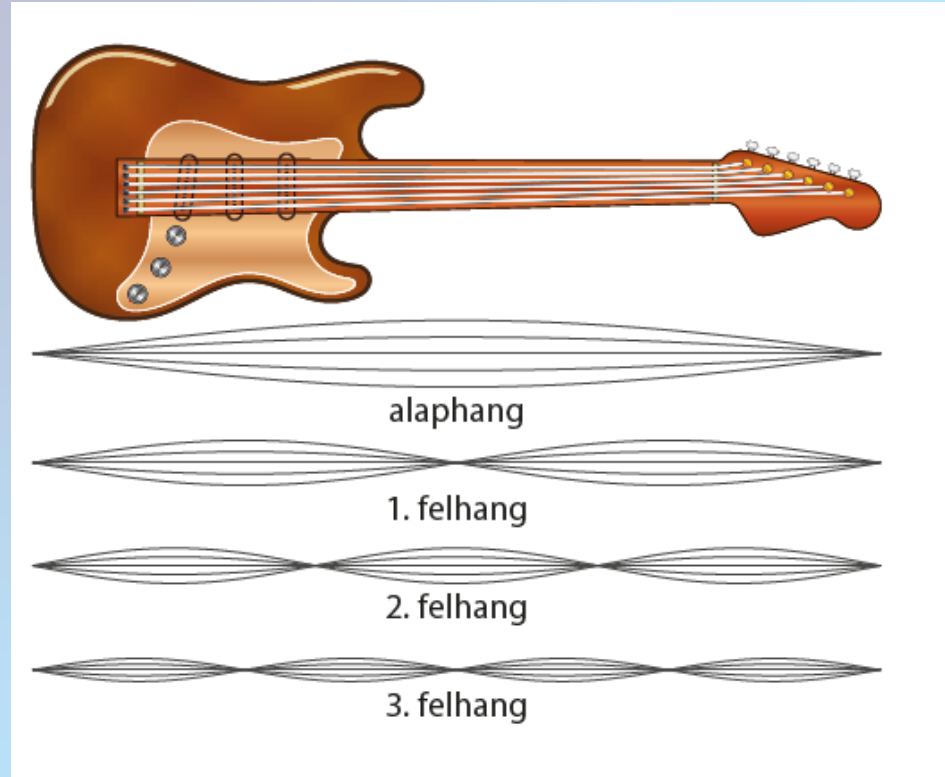
$\lambda = 2l$ (vagyis a húr hossza egyenlő a félhullámhosszal $l = \frac{\lambda}{2}$ lásd mellékelt ábra.)

Ehhez a hullámhosszhoz a terjedési sebesség ismeretében **megadható a frekvencia is.**

Ez a frekvencia a megszólaltatott húr alaphangja.

A felhangok egyre kisebb amplitúdójúak, ezért egyre kevésbé lehet hallani őket.

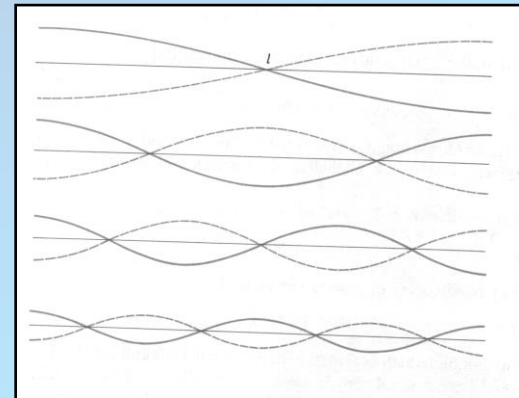
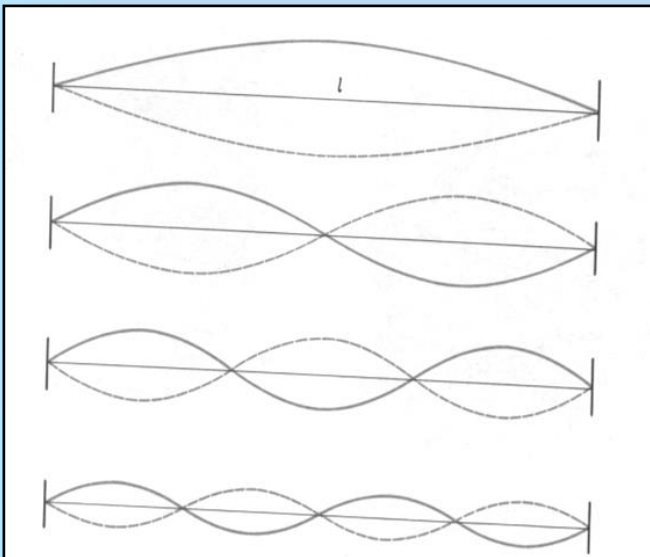
Többek közt a felhangok rendszere adja egy hangszer **hangszínét.**



Forrás: Tankönyv

Állóhullámok mindkét végén rögzített ill. szabad végek esetén

- Mindkét vég rögzített (pl. gitárhúr) ,akkor „n” duzzadóhellyel rendelkező állóhullámok kialakulásának feltétele: $l = n \cdot \frac{\lambda}{2}$
- Mindkét vég szabad (pl. nyitott levegőoszlop),akkor „n” csomóponttal rendelkező állóhullámok kialakulásának feltétele: $l = n \cdot \frac{\lambda}{2}$

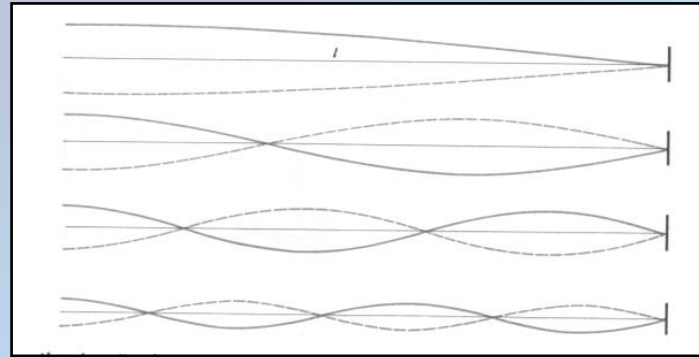


Felharmonikusok: A rezgések frekvenciája egy alapfrekvencia (ábrán legfelső) egész számú többszöröse.

Sípok

Az **egyik vég rögzített, a másik szabad**, akkor az „n” csomóponttal vagy duzzadóhellyel rendelkező állóhullám esetén:

$$l = (n - 1) \frac{\lambda}{4}$$

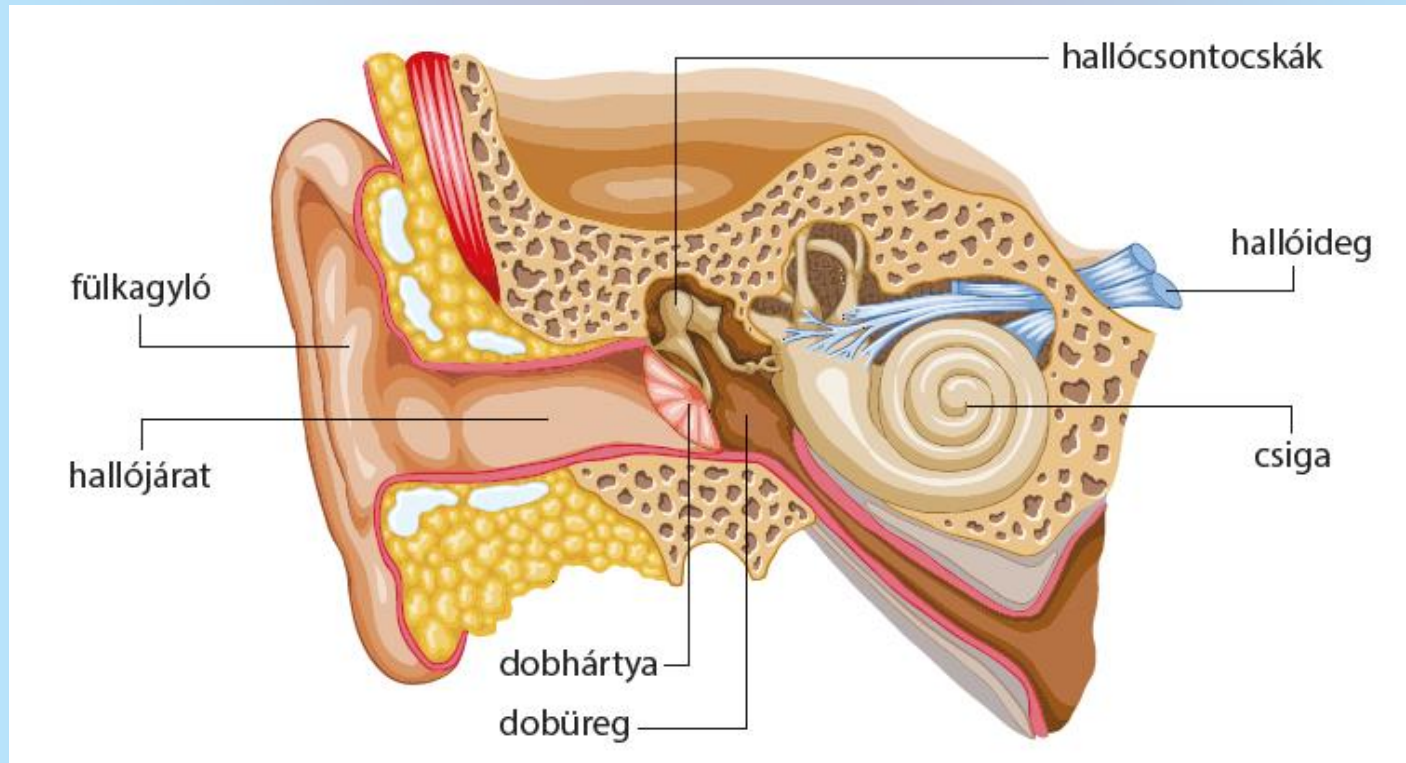


A hang fülünk által érezkelt tulajdonságai

- **Hallás folyamata**
- **Hangosság**
- **Hangszín**
- **Hangmagasság**
- **Időtartam, időbeli lefolyás**



Hallás folyamata

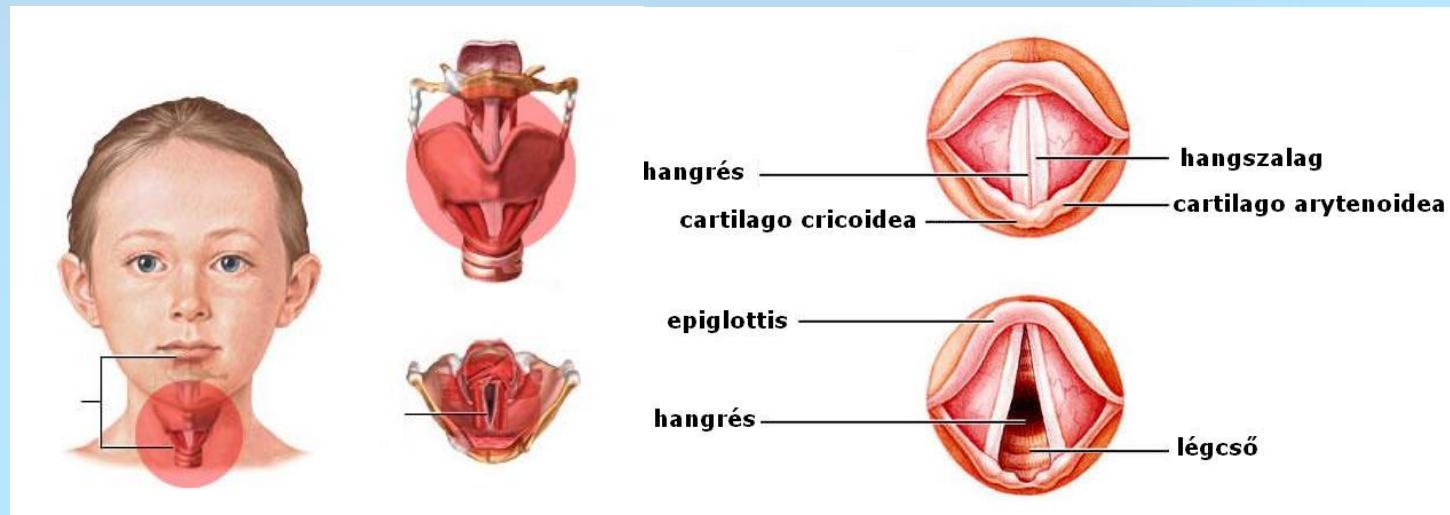


A hallójárat végén található a **dobhártya**, ami hang hatására rezgésbe jön.

A rezgés átadódik a **hallócsontocskáknak**, majd eljut a **csigában lévő folyadékhoz**, az idegsejtekhez, majd a **hallóidegen** keresztül az **agy hallóközpontjába**.

A hang fülünk által érzékelt tulajdonságai

- A hang erőssége az amplitúdótól függ.
- A hang magassága a frekvenciától függ.
- Az 1:2 hangközt **oktávnak** nevezzük
- Egy megpendített húr egyszerre több sajátrezgést is végez. A hang összetett rezgés!
- Az alaphangon túl felharmónikusokat is tartalmaz. **A hang színezetét** az alaphanggal együtt megszólaló felhangok keveréke határozza meg.



Hangérzékelés, hangintenzitás



A beszédhang tartománya:
300Hz-3000Hz. Fülünk ebben a
tartományban a legérzékenyebb.

Hangintenzitás: Egységnyi felületen
időegység alatt áthaladó hangenergia.

Mértékegysége: W/m^2

Bel (B), decibel (dB)

A hangintenzitás nem arányos a hangossággal.

Szervezetünk védekezik. A 10-szer, 100-szor, 1000-szer nagyobb intenzitású hangot 2-szer, 3-szor, 4-szer hangosabbnak érzékeljük.

Erős utcai forgalomnál zajszint
kb. 80 dB.



Bell –skála

0 bel (B) a hallásküszöb alsó határa 10^{-12} W/m^2 .

1 B 10^{-11} W/m^2 , 2 B 10^{-10} W/m^2 és így tovább.

A finomabb hangerősség-változások miatt a decibelt (dB) használjuk. 10 dB=1B.

A fájdalomküszöb 120 dB=12B

Hangerősség és hatásai

| Hangforrás | Hangerősség (dB) |
|--|------------------|
| Hallásküszöb, alig hallható hang | 0 |
| Otthoni csend | 35 |
| Normál beszélgetés | 66 |
| Zaj forgalmas utca járdáján | 80 |
| Koncert, diszkó | 100 |
| Fájdalomküszöb, vonatkürt 10 méterről | 120 |
| Sugárhajtású repülőgép 30 méterről | 150 |

| Zaj hangerőssége (dB) | Károsodás mértéke |
|-----------------------|------------------------------|
| 120 | fájdalomküszöb |
| 120–160 | maradandó halláskárosodás |
| 160 | dobhártyarepedés |
| 175 | halálos |

A hang leképezése

•Analóg:

- Telefon
- Hanglemez
- Hangosfilm
- Hangszalag

•Digitális