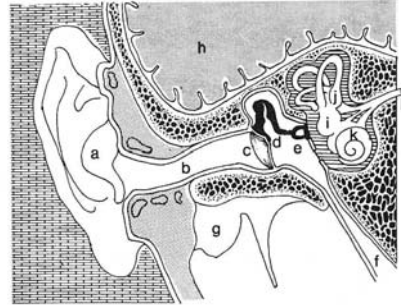
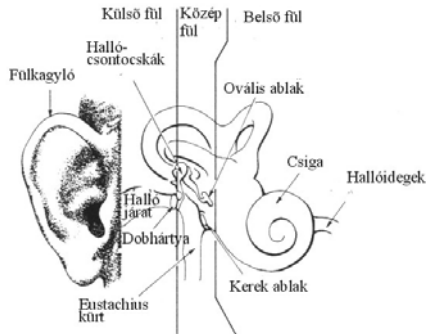
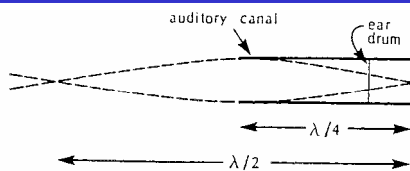


Az emberi fül felépítése



Külső fül

- Fülkagyló:** Hang-összegyűjtés, hangirány érzékelés
Hallójárat: belső részek védelme, átmérő 5-7 mm, hossz 27 mm, rezonancia 3 kHz-nél
Dobhártya: akusztikus hullámok mechanikai rezgésé alakítása, kb. 7 mm átmérőjű

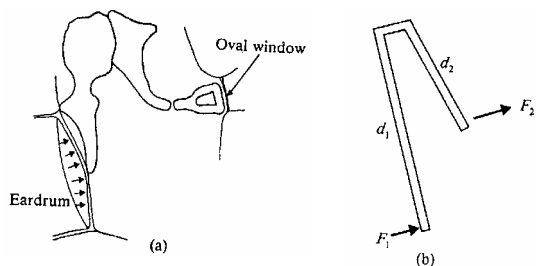


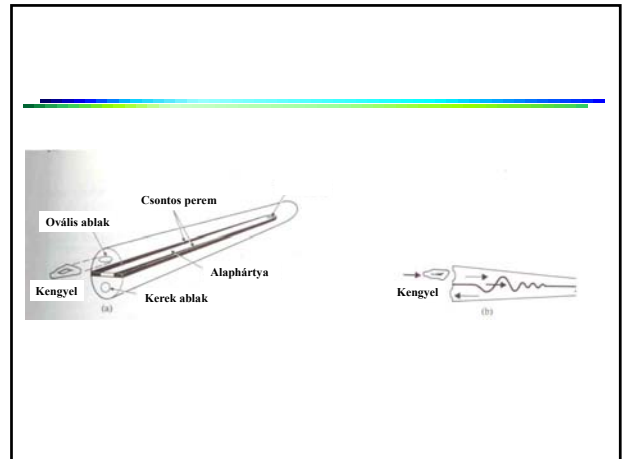
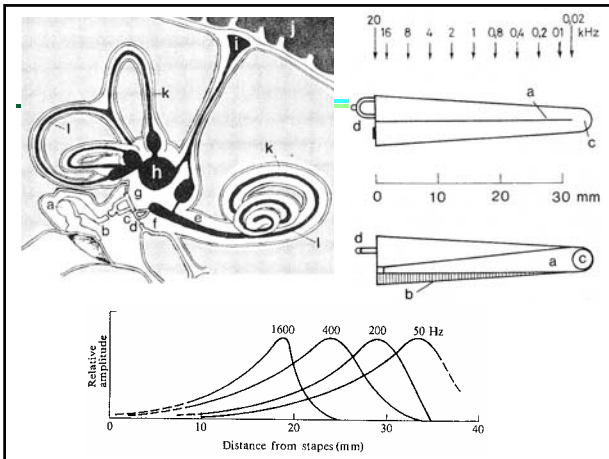
Középfül

- Hangból rezgés.
 Kb. 2 cm³ térfogatú.
Hallócsontocskák: kalapács, üllő, kengyel.
 Védelem az erős hangok ellen.
Ovális ablak: megrezgeti a pitvari rész folyadékát
Eustach kürtő: nyomáskiegyenlítés

Belső fül

- Csiga:** 2 ½ menetemelkedésű, 35 mm hosszú, folyadék tölti ki és tartalmazza az alaphártyát .
 Alaphártya: részben megcsontosodott, a Corti féle szervet tartalmazza.
Corti féle szerv: Hallóideg végződés. Kb. 12000 külső és 3500 belső szőrsejt.





Hallás-mechanizmus

A hallószerv (fül) a hangot rezgésre, a hallóidegek a rezgésmintát impulzussorozattá alakítják.

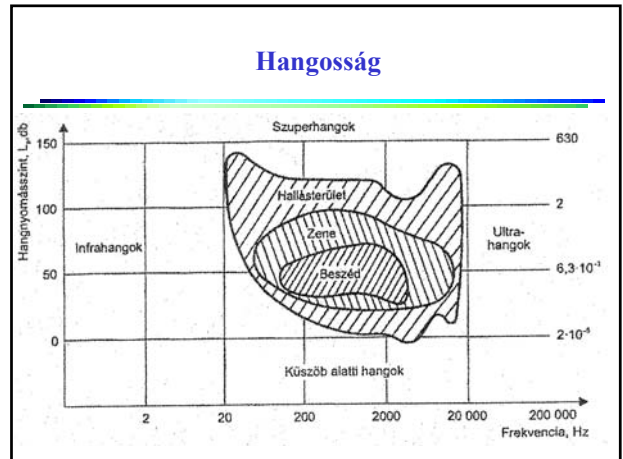
Csontvezetés: kb. 60 dB-lel gyengébb.

Gyenge hangok (pl. testzaj) állandó (idegi) szűrése.

Hallás frekvenciatartománya: 20-20000 Hz.

Infrahang-ultrahang

Rövid idejű hanghatást (< 0.1 s) nem fejlődik ki a hangérzet teljes mértékben.



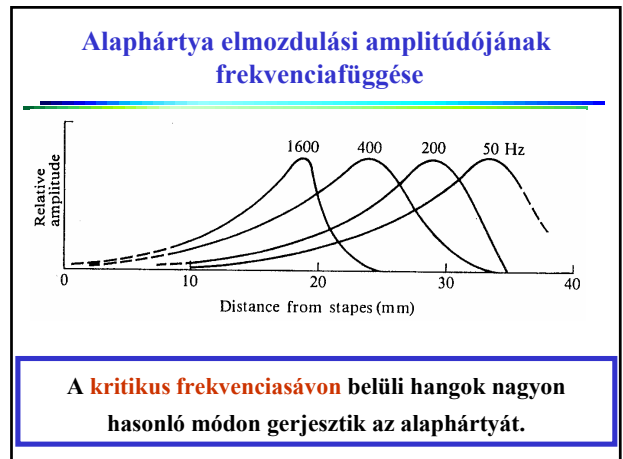
Hallásemlekek

Helmholtz: alaphártya különböző vastagságú rostok, különböző frekvenciákra rezonálnak.

Békésy György (1899-1972, Nobel-díj: 1961): ovális ablak által keltett örvények az alaphártyára és a hallóidegekre hatnak. Magas frekvenciás hang az ablakhoz közel gerjeszti az alaphártyát.

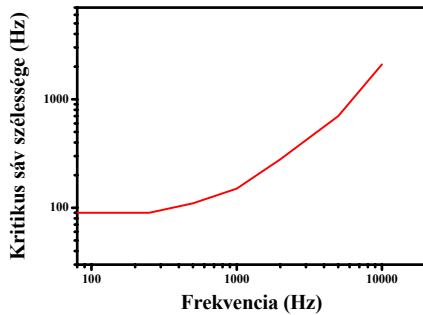
A hallóidegek elektromos impulzussorozatokat továbbítanak az agy felé.

Csiga és hallóidegek: frekvencia analízis.



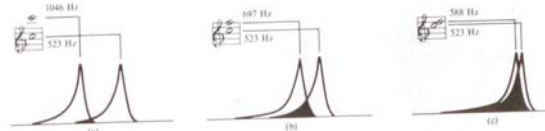
A **kritikus frekvenciasávon** belüli hangok nagyon hasonló módon gerjesztik az alaphártyát.

Kritikus sáv

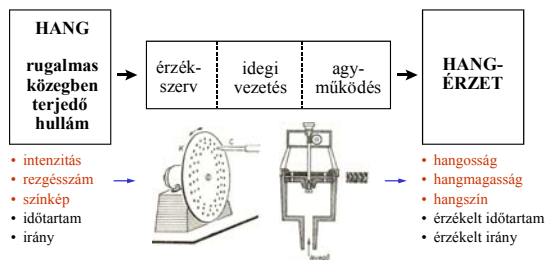


Elfedés

Elfedés: egy hang meggátolja egy másik hang észlelését
Feltétele: a két hang frekvenciája a kritikus sávban, az elfedő hang hangteljesítmény-szintje meghaladja az elfedett hangét.

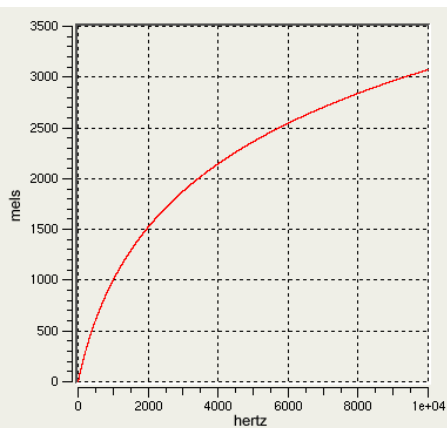


A hallás, mint érzékelés



Pszicho-akusztika

Időbeli integrálás: kb. 0.2 másodpercig.
Hangérzet: Zenei hang, zörej, dőrej.
Hangmagasság: frekvencia (mel skála)
Hangszín: felhangok
Íránymeghatározás (időkülönbség a két fül között)



Pszichofizikai törvények

Weber-Fechner törvény:

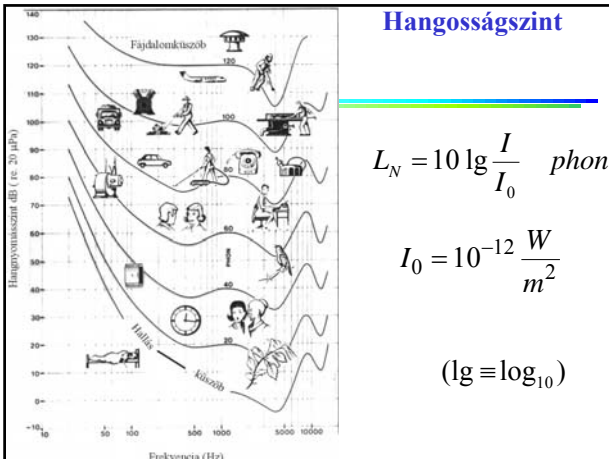
$$E \propto \lg \frac{I}{I_0}$$

Stevens összefüggés

$$E \propto I^\kappa$$

Hang esetén $\kappa = 0,3$

Általánosabb, más érzékelésre is igaz!
 például áramütésre $\kappa \approx 3,5$



Hangosság

Jele: S. Mértékegysége: szón.
Kb. 10 phon hangosság szint növekedés megfelel a hangosság megduplázódásának.

Phon	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Szón	0.001	0.05	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32

