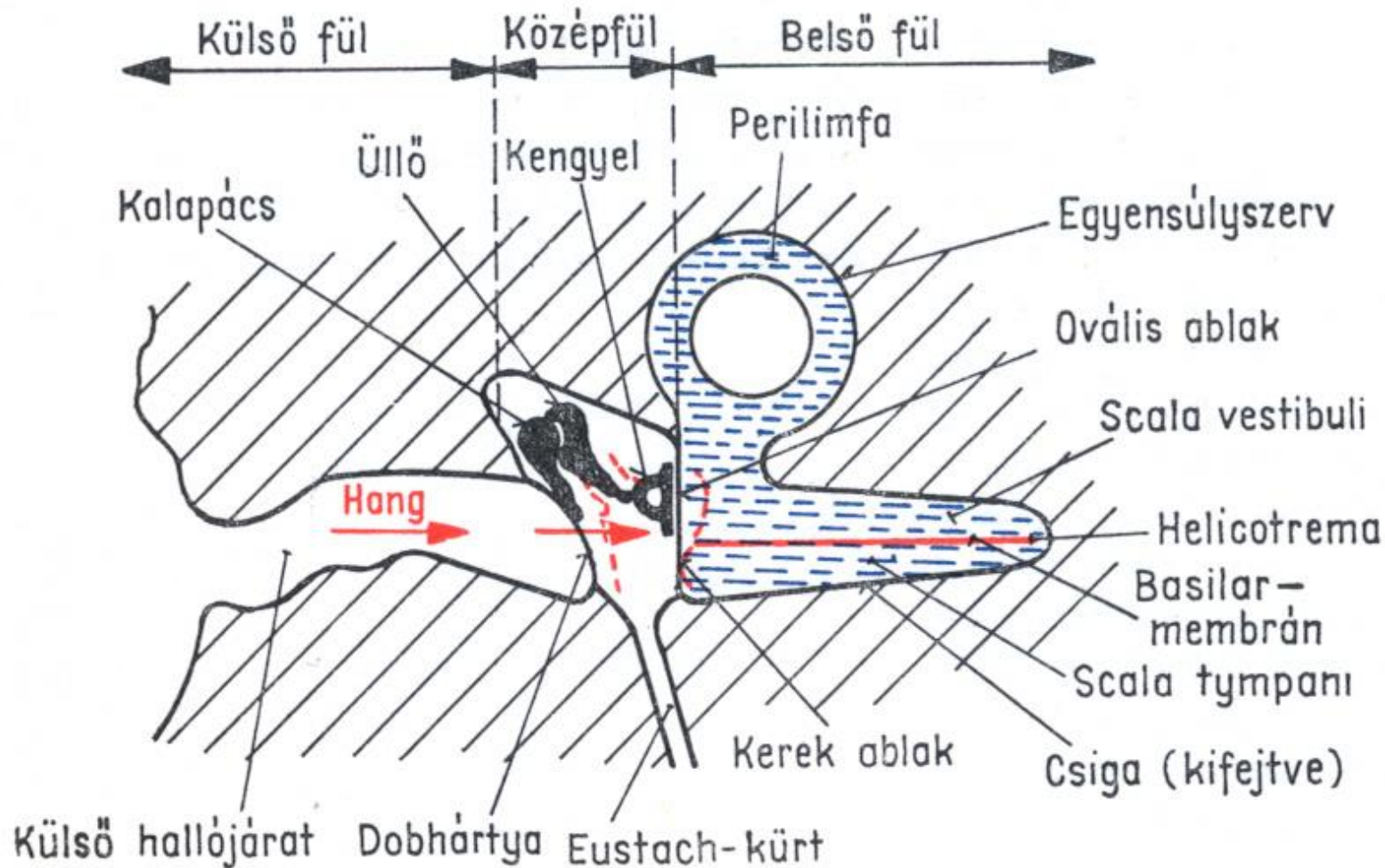
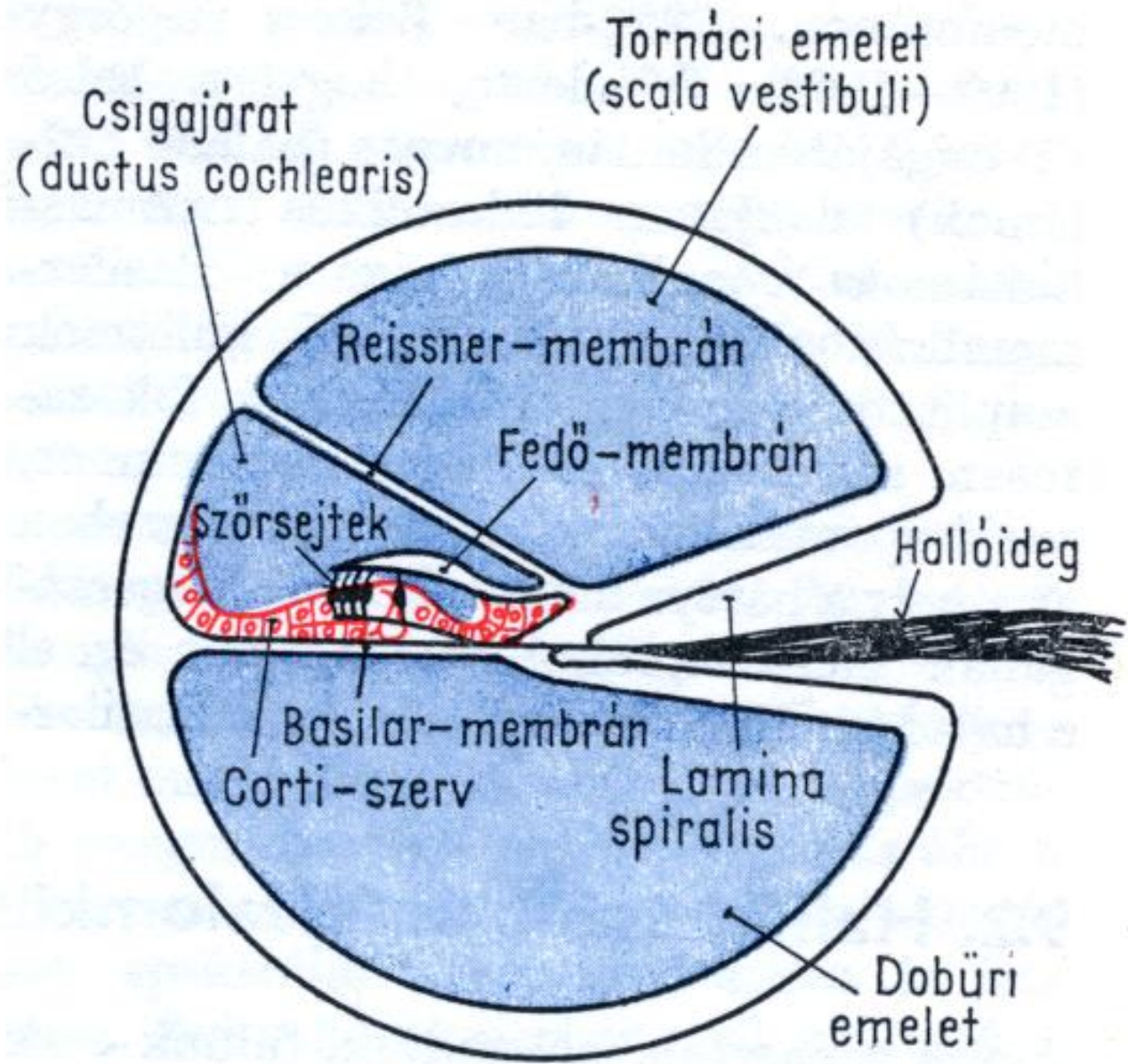


Fizika I. félév

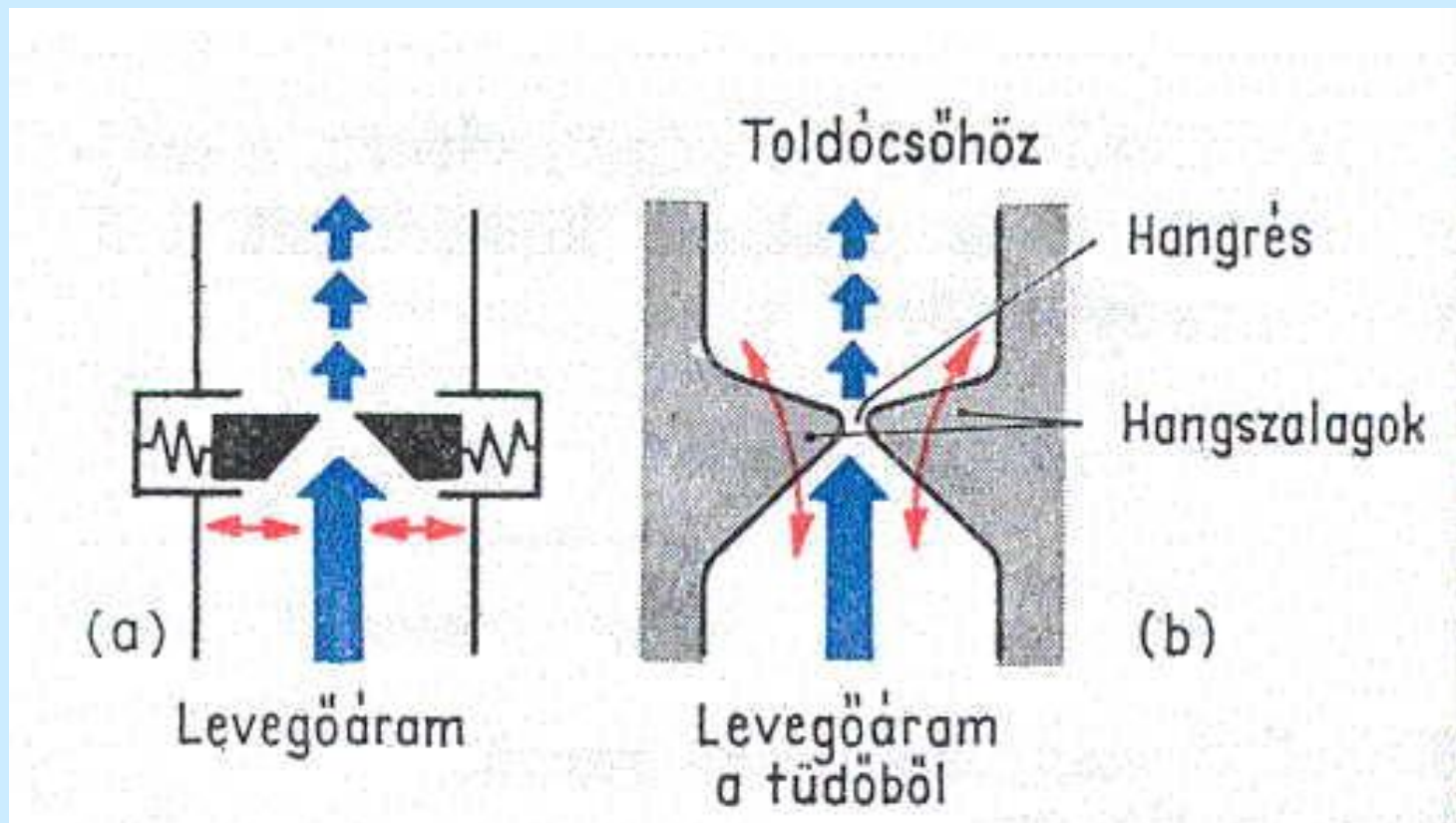
Akusztika

A fül szerkezete





A hangképző szerv vázlatja



hullámok

- longitudinális (sűrűségi, gömbhullámok, nyomáslengések gázokban)
 - o longitudinal waves; compression waves, P-waves (primary)
- transzverzális (nyíró, hajlító, nyúlási, torziós szilárd testekben)
 - o transverse waves; sheare waves, S-waves (secondary)
- felületi (Rayleigh)

Meghatározások

$$c = \sqrt{\frac{\kappa p}{\rho}} = \sqrt{\kappa p v}$$

c hangsebesség gázokban

κ adiabatikus kitevő (fajhőviszony)

p nyomás

ρ sűrűség

v fajlagos térfogat

Meghatározások

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

c hangsebesség szilárd anyagban (longitudinális)

E rugalmassági modulus

ρ sűrűség

Meghatározások

$$c = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

c hangsebesség szilárd anyagban (transzverzális)

G nyíró rugalmassági modulus

ρ sűrűség

Meghatározások

$$c = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$$

c hangsebesség szilárd anyagban (kompressziós)

K kompressziós rugalmassági modulus (bulk modulus)

ρ sűrűség

Meghatározások

c Hangsebesség, Speed of sound, Schallgeschwindigkeit

v Részecskesebesség, Particle velocity, Schallschnelle

ξ amplitúdó, Particle displacement, Schallauslenkung

Meghatározások

$J = pc$ hangintenzitás

J mértékegysége W/m^2

p hangnyomás

c részecskesebesség

$$L_p = 20 \log_{10} \left(\frac{p}{p_{\text{ref}}} \right)$$

referencia
hangnyomásszint: $20 \mu\text{Pa}$
megfelel: 0 dB

Meghatározások

$$q_V = cA \text{ hangáram}$$

q_V mértékegysége m^3/s

c részecskesebesség

A keresztmetszet

Sound energy flux, Schallfluss

Meghatározások

$P = JA$ hangteljes ítmény

P mértékegysége W

J hangintenzitás

A keresztmetszet

$$L_W = 20 \log_{10} \left(\frac{P}{P_{\text{ref}}} \right)$$

referencia
hangteljesítményszint:
 $10^{-12} W$
megfelel: 0 dB

Meghatározások

Hangenergia sűrűség

$$E = \frac{J}{c}$$

E mértékegysége W s/m³

J hangintenzitás

c hangsebesség

$$L_E = 20 \log_{10} \left(\frac{E}{E_{\text{ref}}} \right)$$

referencia hangenergia sűrűség
szint: 10⁻¹² W s/m³
megfelel: 0 dB

Sound energy density, Schallenergiedichte

Meghatározások

$$Z = \frac{F/A}{cA} = \frac{F}{cA^2} \rightarrow Z = \frac{F}{c} \text{ mechanikai impedancia}$$

Mértékegysége N s/m

A kétféle impedancia közti különbség: a keresztmetszettel való osztás

Meghatározások

$$Z = \frac{p}{c} \text{ akusztikai impedancia, } \frac{\text{Pa}}{\text{m/s}}$$

Normális légköri körülmények közt: $Z_0=408 \text{ N s/m}^3$

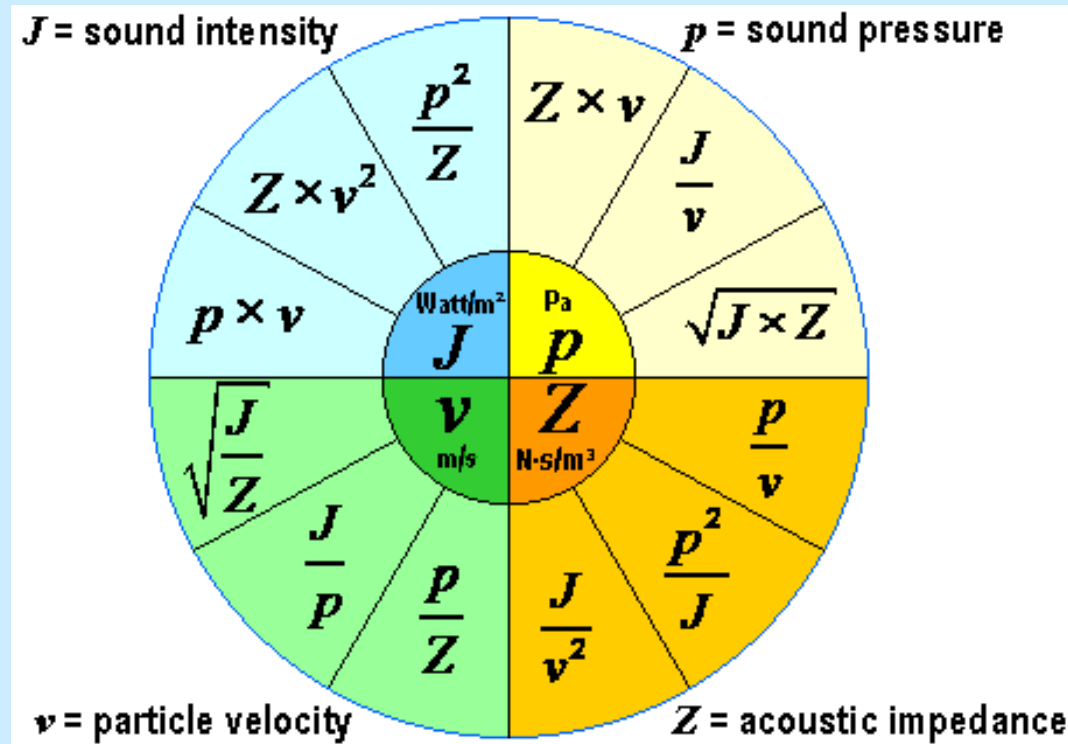
Értékek a hallásküszöbnél

- $p_0 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ hangnyomás
- $8 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ kitérés (amplitúdó)
- $J = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ hangintenzitás
- $P = 10^{-6} \text{ W}$ hangteljesítmény

Akusztikai mennyiségek

hangintenzitás

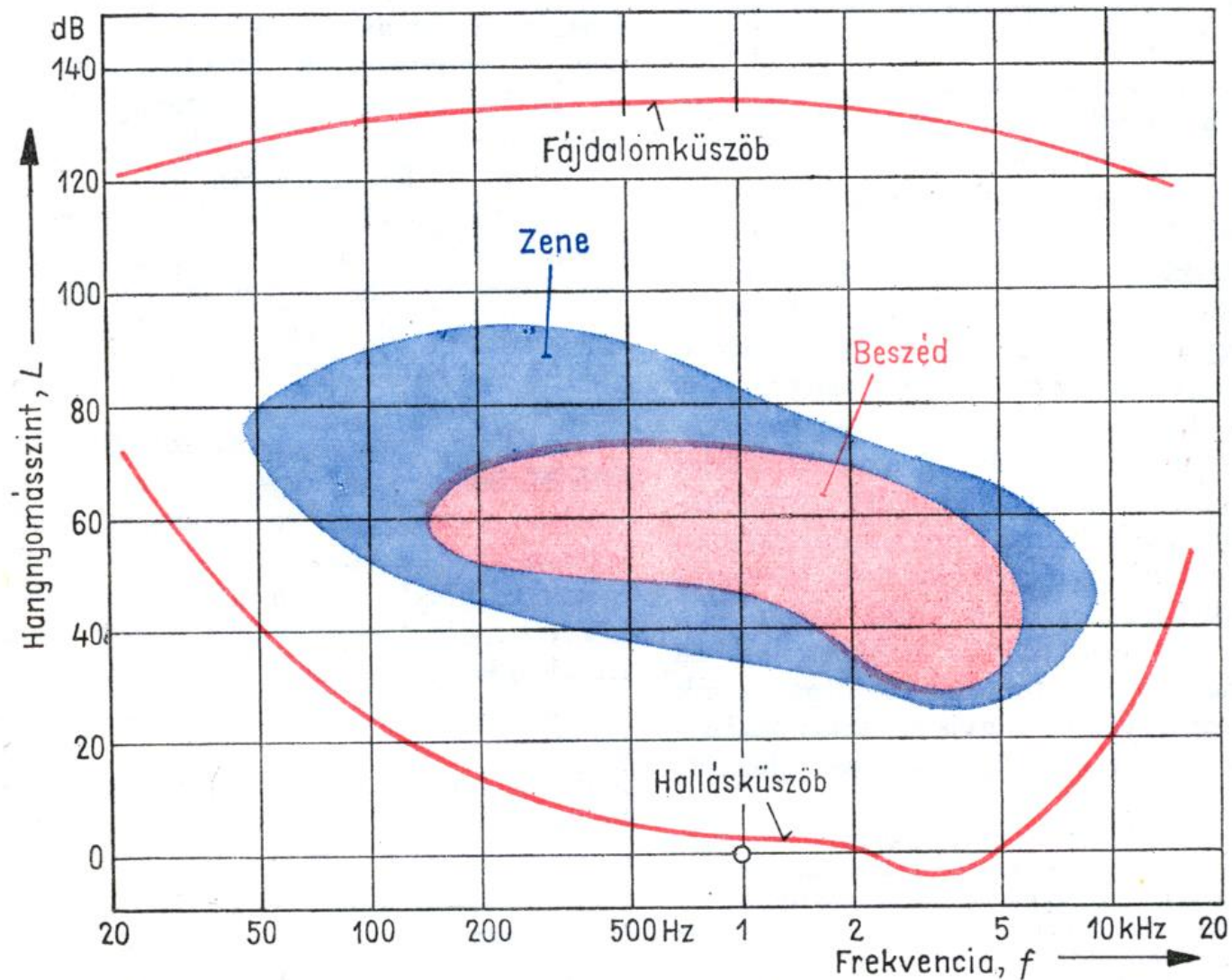
hangnyomás



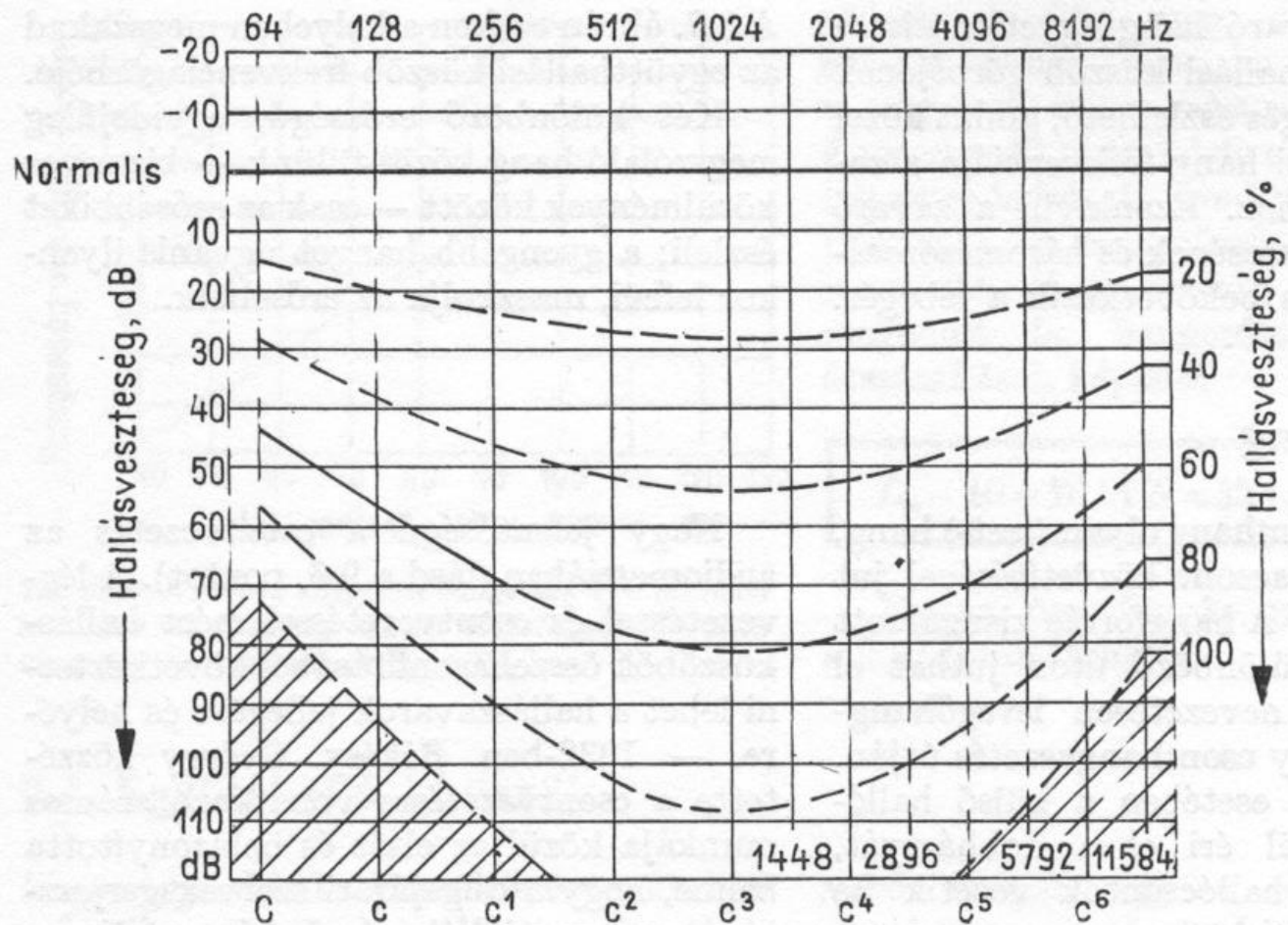
részecskesebesség

akusztikus impedancia

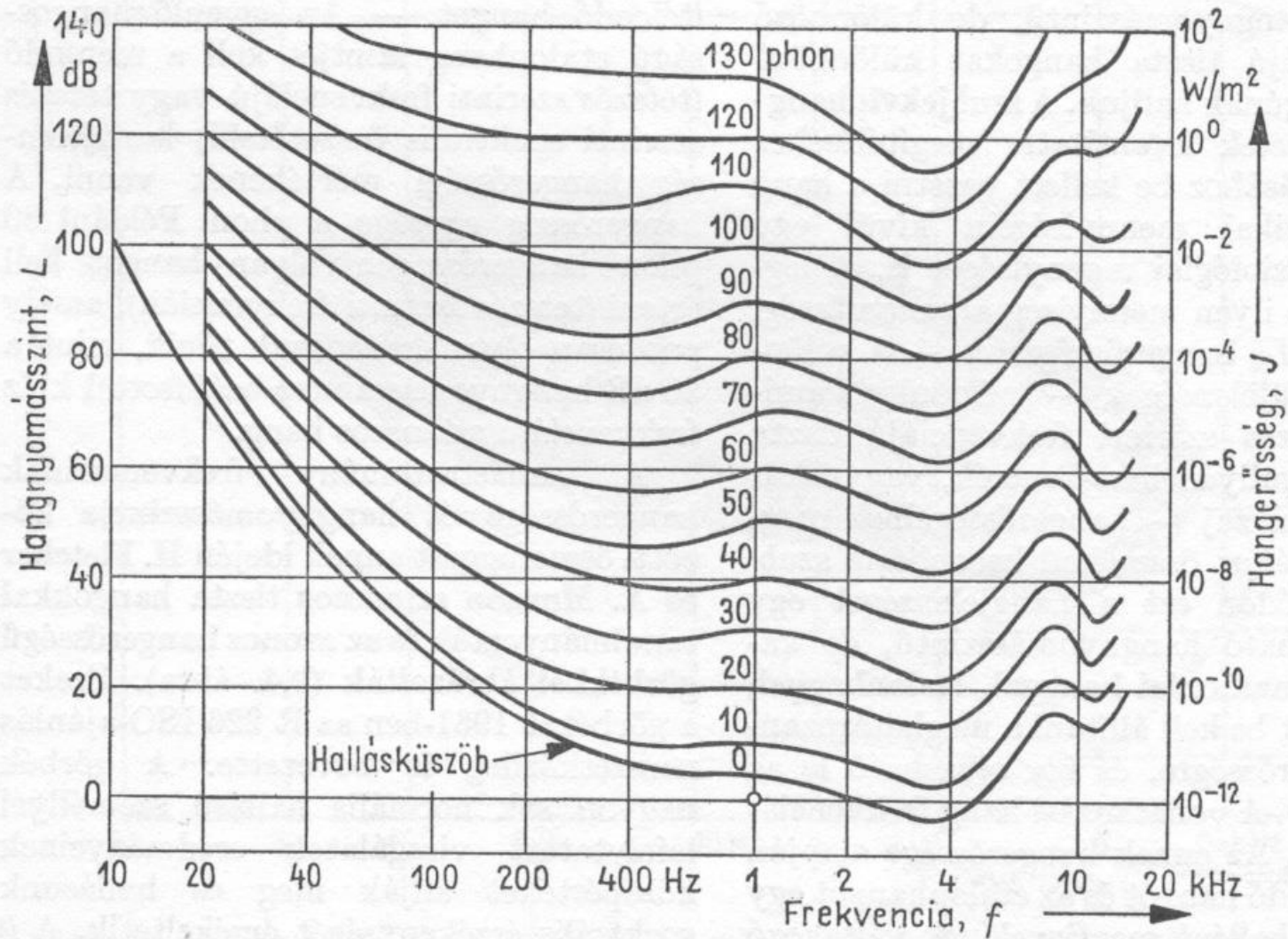
Az emberi hallás tartománya



Audiogram

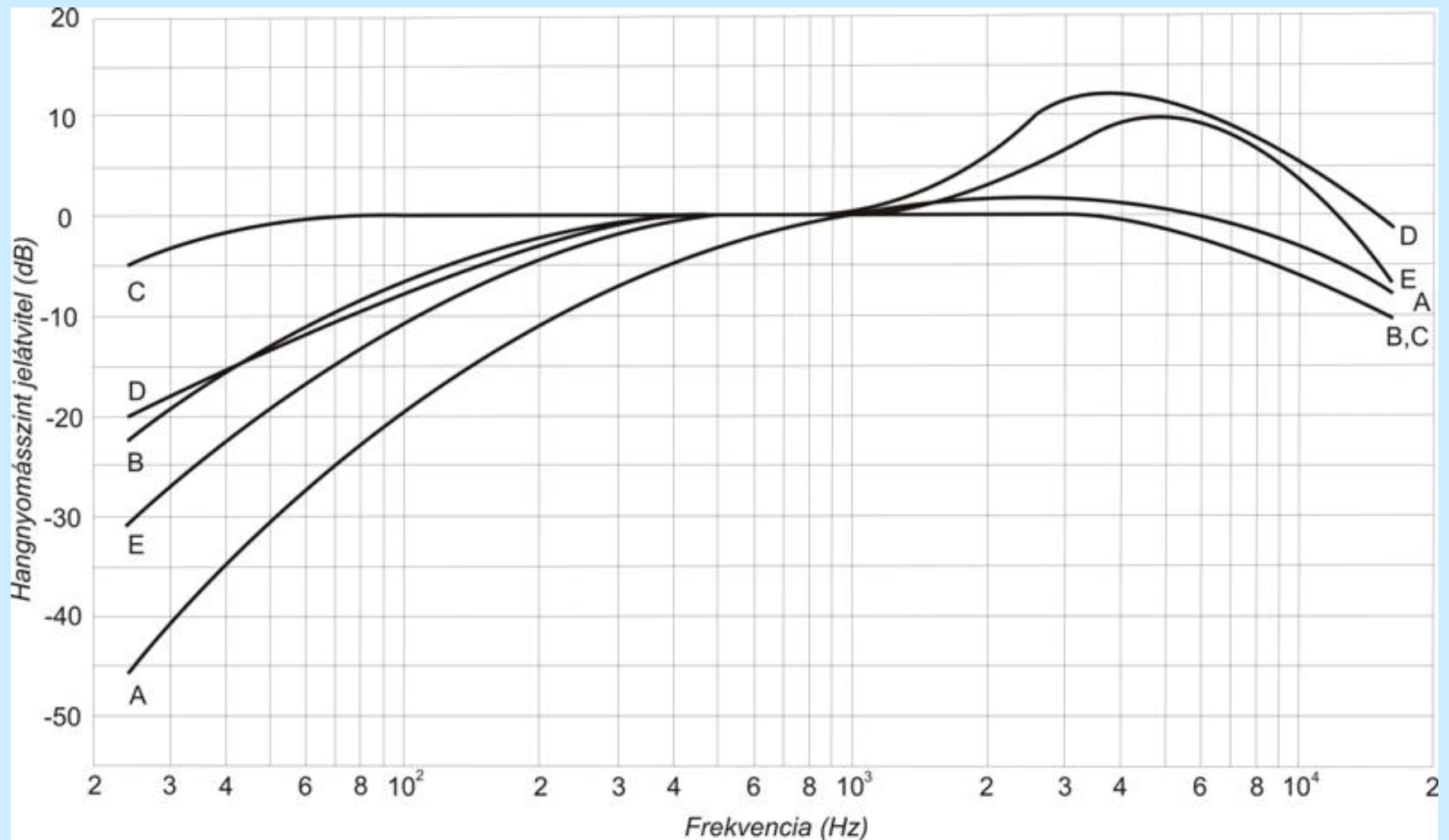


Izophon-görbék

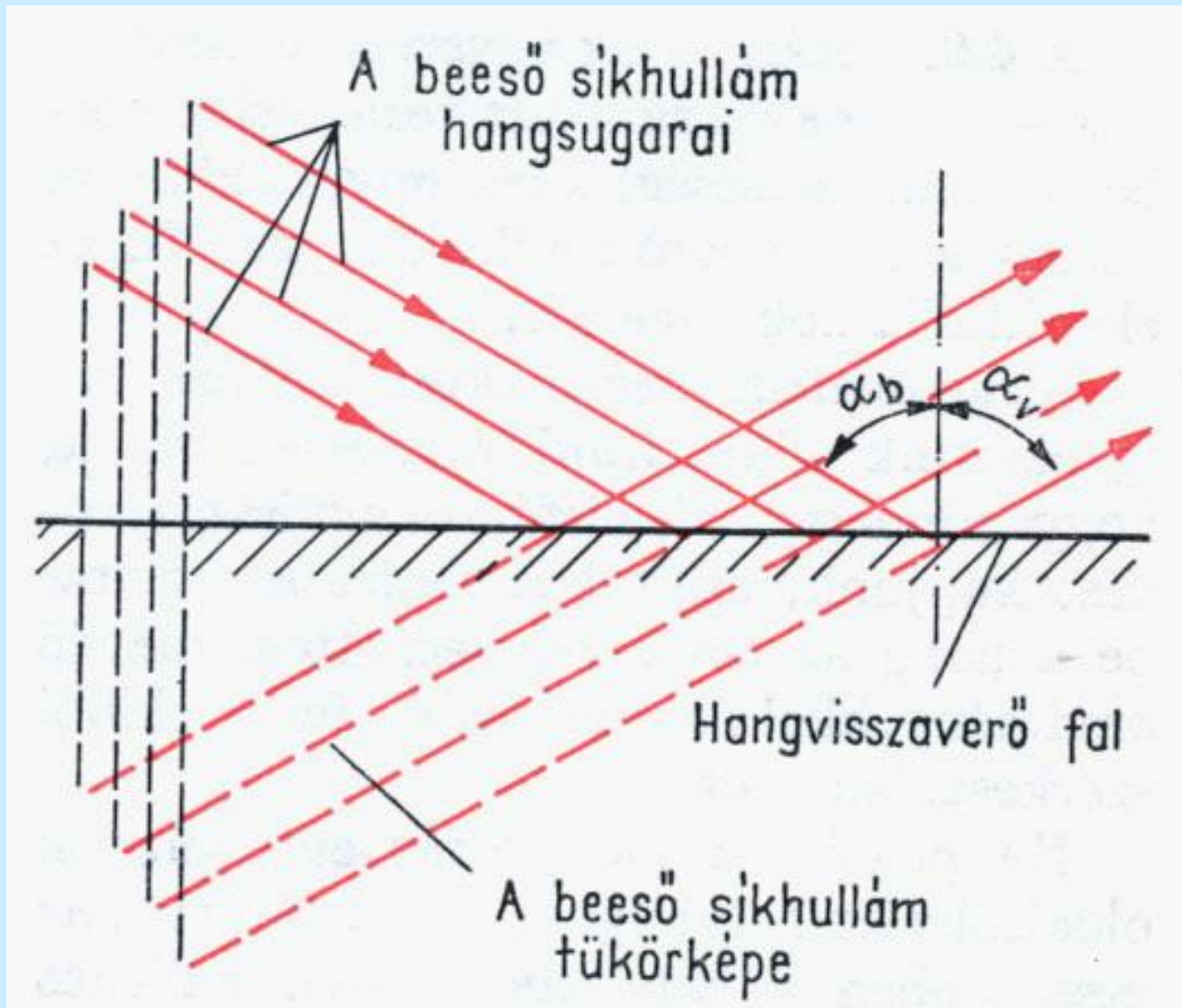


9.4 ábra Szinuszos hangokkal felvett, egyenlő erősségű görbék

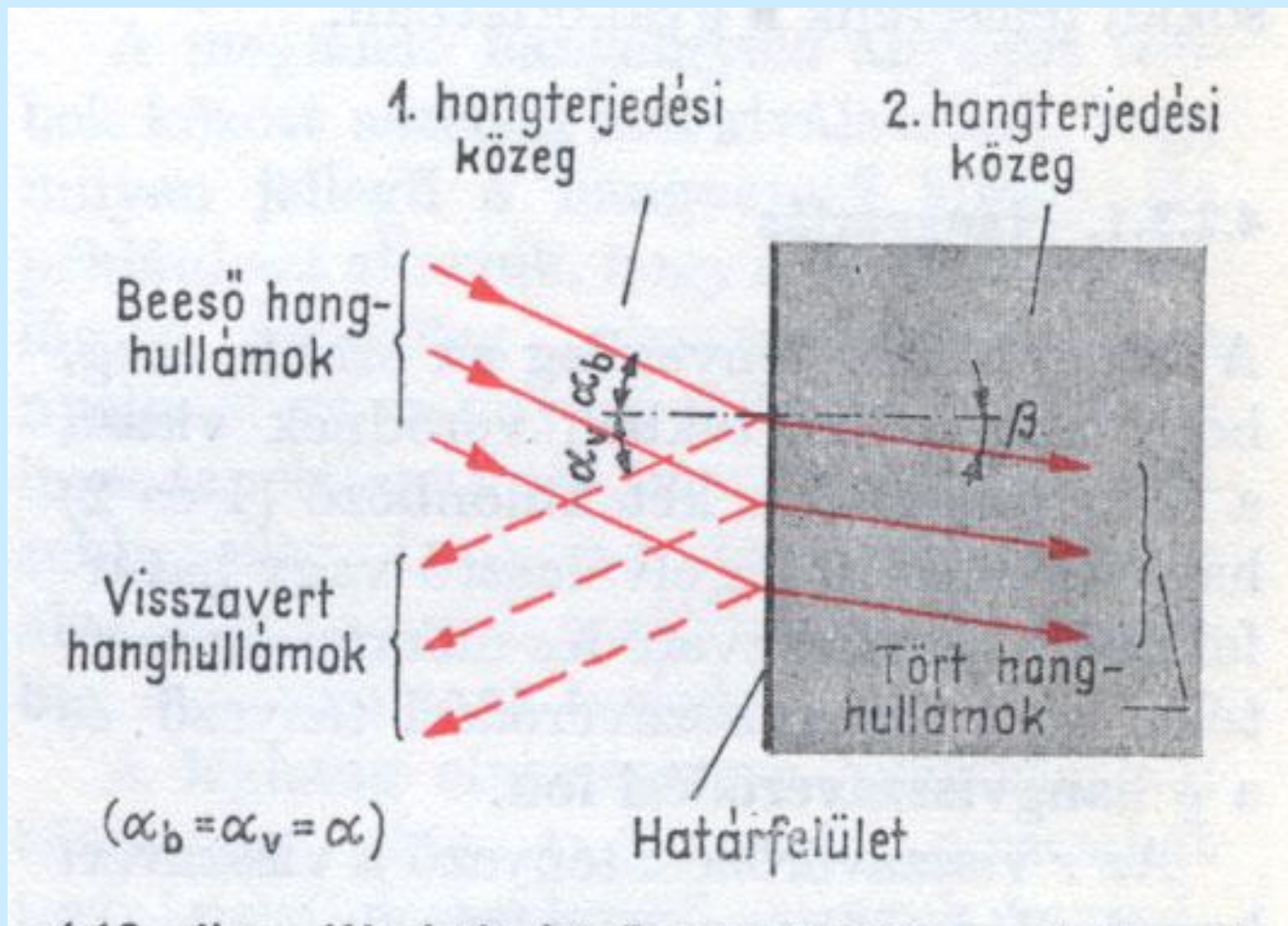
Súlyozó görbék



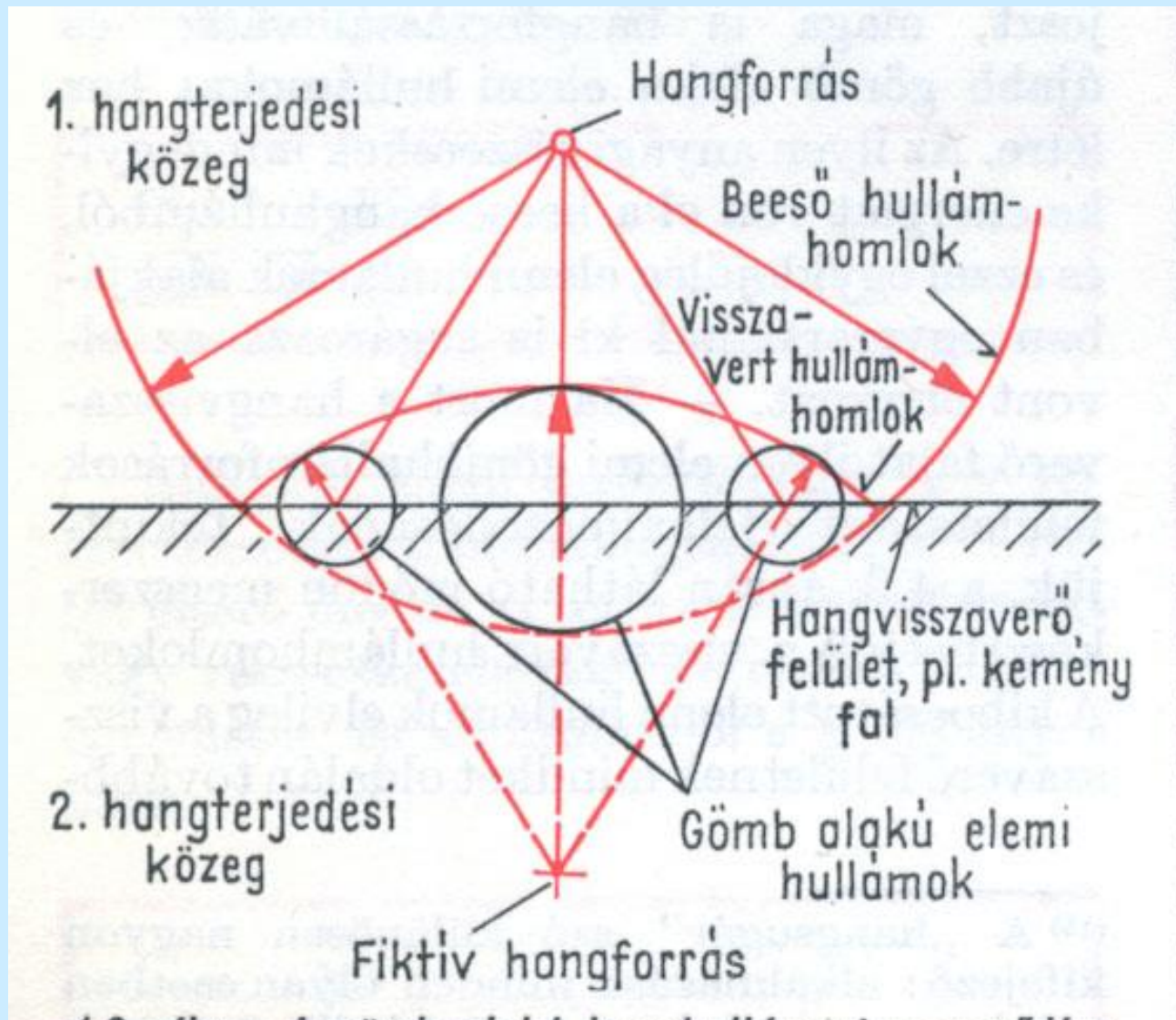
Síkhullám visszaverődése



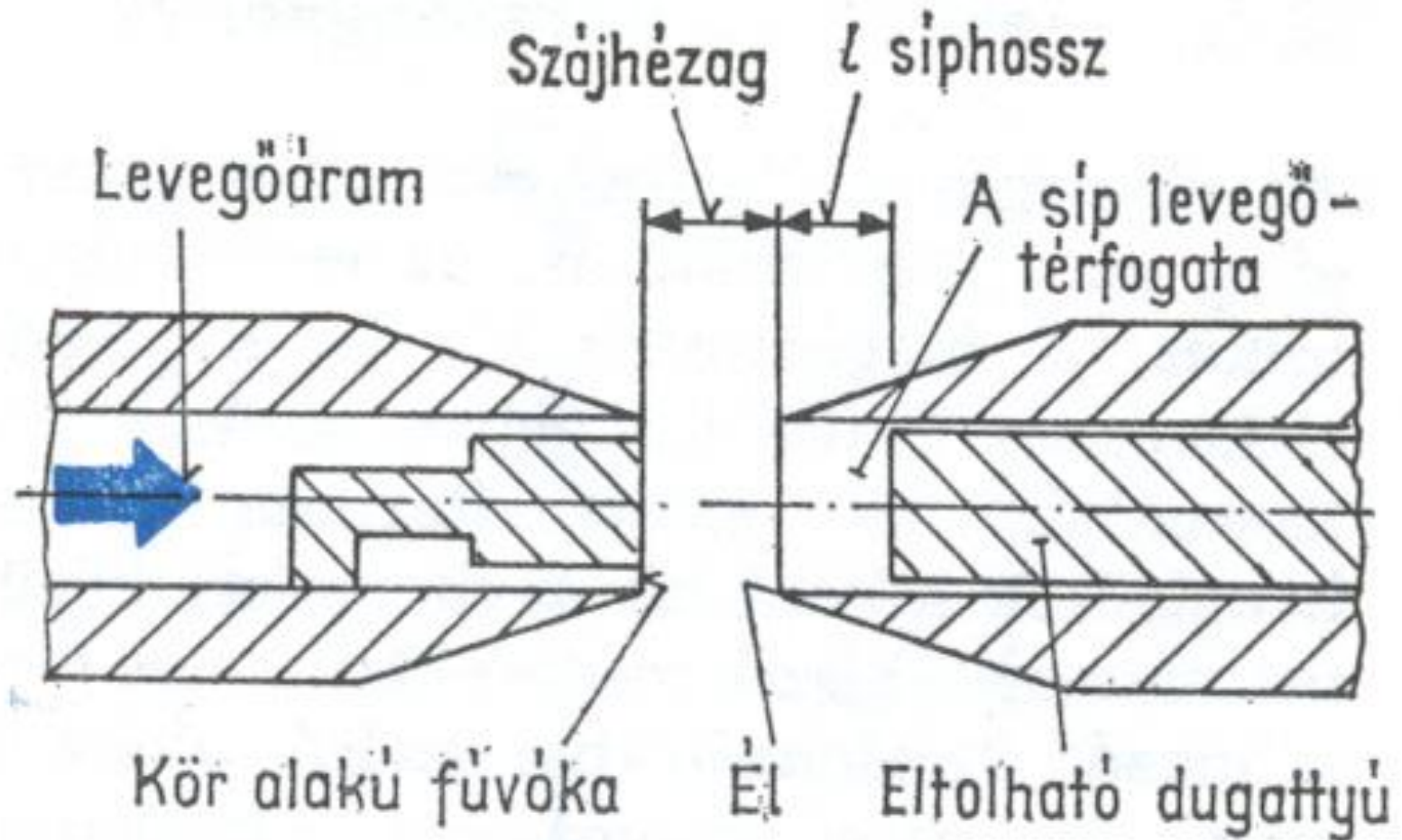
Hanghullámok törése



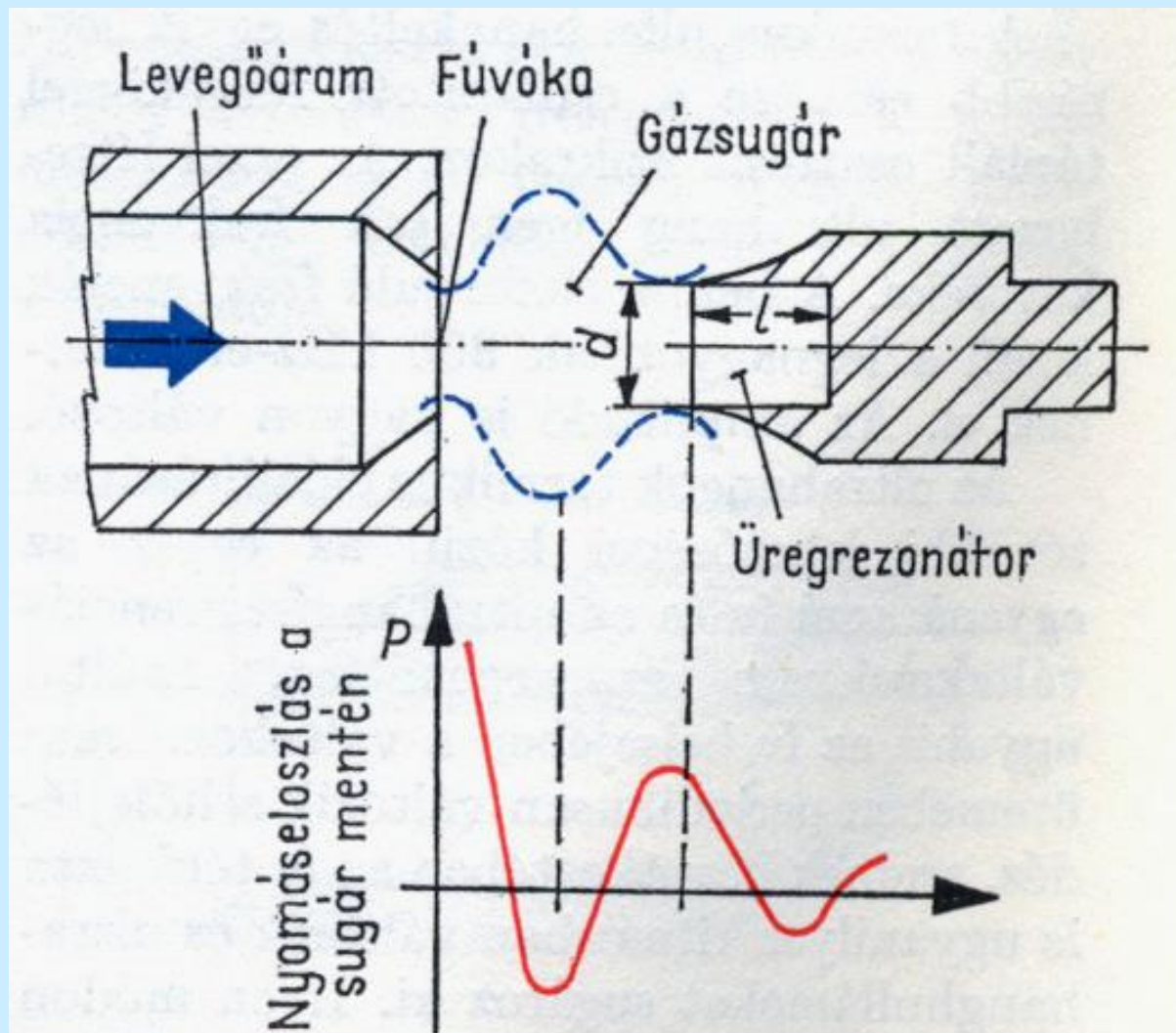
Gömbhullám visszaverődése



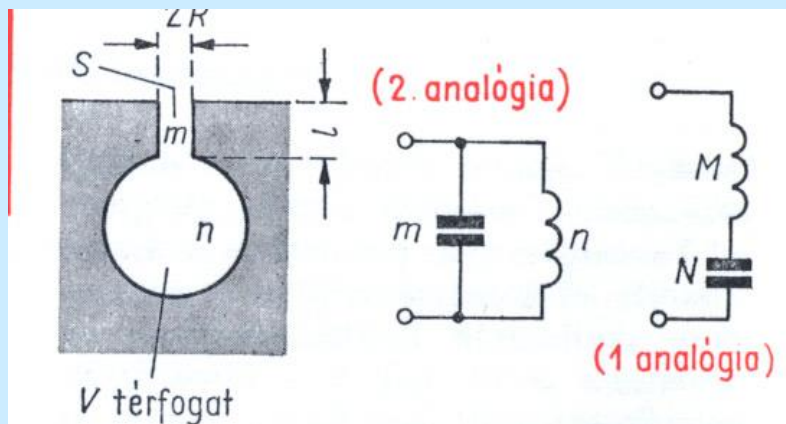
Galton-síp



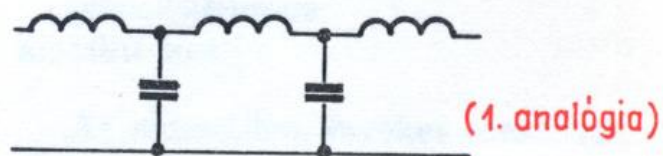
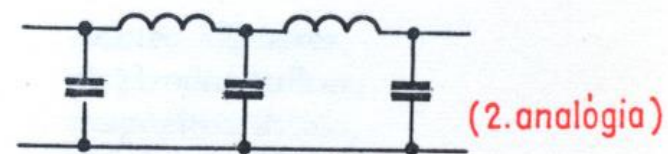
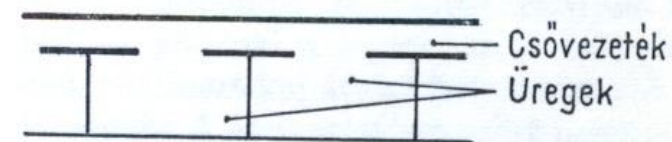
Hartman-generátor



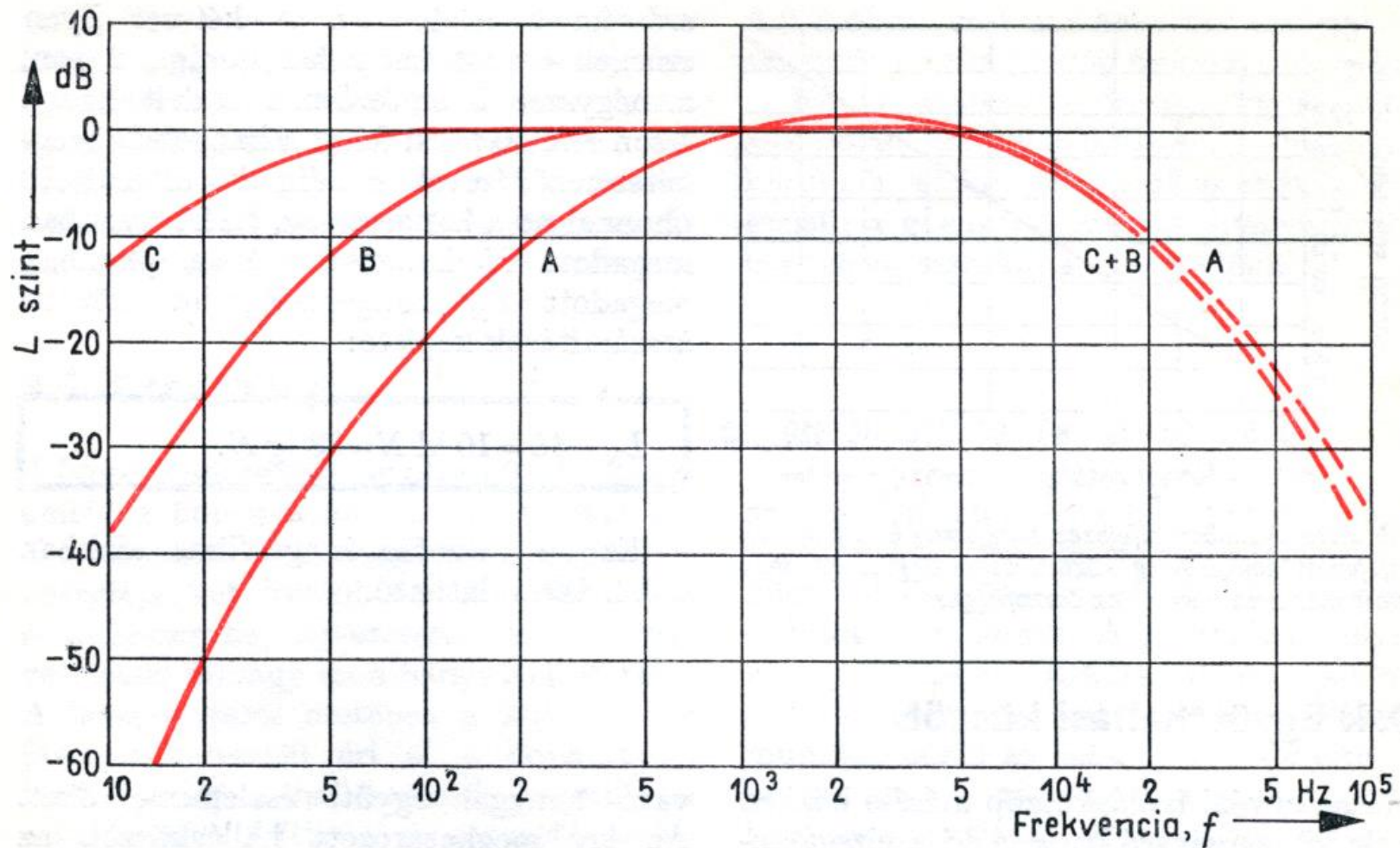
Helmholtz-rezonátor



6.8. ábra. A Helmholtz-rezonátor és elektromos helyettesítő kapcsolása a 2. és az 1. analógia alapján



Hangszintmérési szabványok



Zajcsillapítás

$$\zeta = \frac{1}{2Q} = \frac{\alpha}{\omega_0}$$

ζ csillapítási tényező, damping ratio, Verlustfaktor

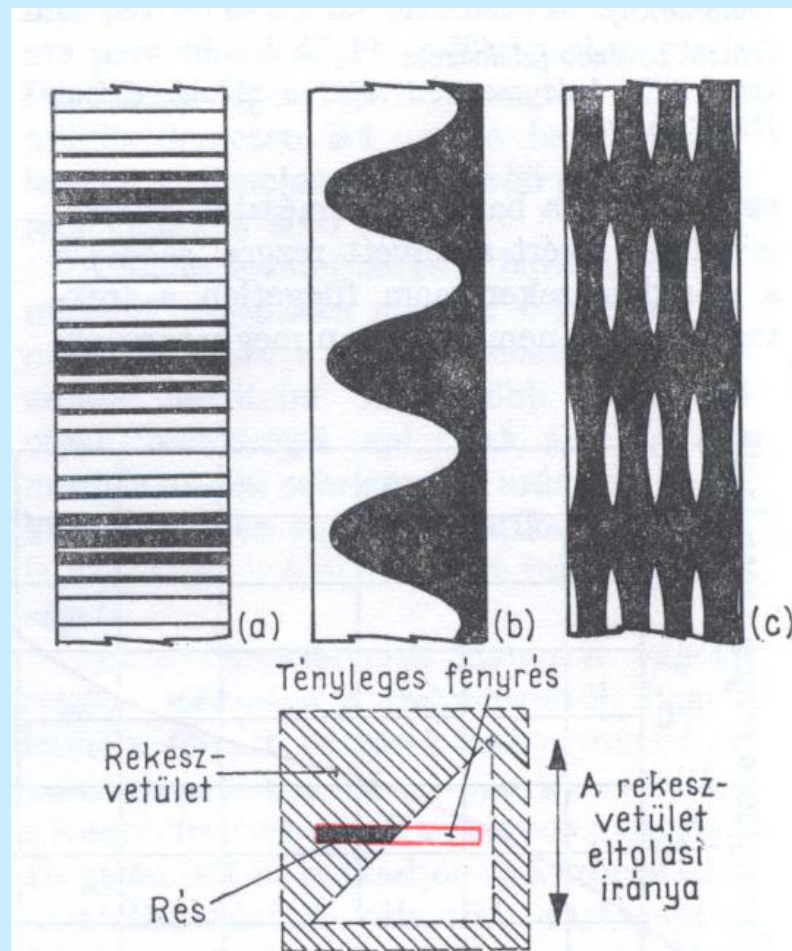
Q minőségi tényező (periodusonkénti energia disszipáció)

α csillapítás

ω_0 önrezonancia körfrekvenciája

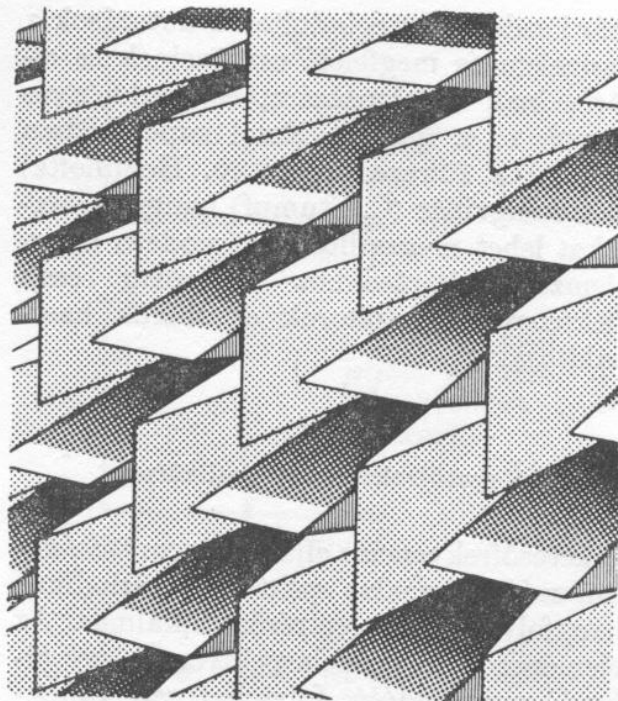
a csillapítást logaritmikus mértékegységben adják meg (dB)

Filmhang megoldások

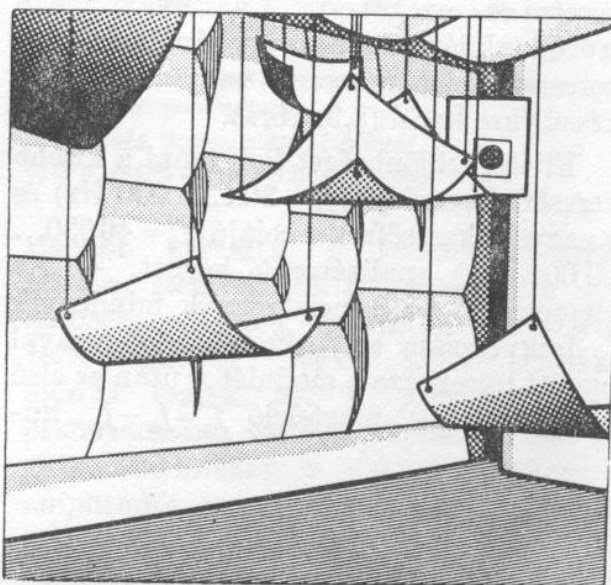


10.3. ábra. Példák az optikai hangfelvétel különböző eljárásaira (szinuszos jelek felvétele)

- a) létrás írás,
- b) csipkés írás fényselepes résmagasságmoduláció,
- c) sokcsipkés írás



8.7. ábra. Példa a süket szobák burkolatára



Apollo 11

A fehér
gömb a
hang-
sebesség
áttörésének
helyénél jött
létre



Hornet FA-18 éppen áttöri a hangsebességet.

A pilótafülke feletti turbulencia is ködfelhőt hozott létre

