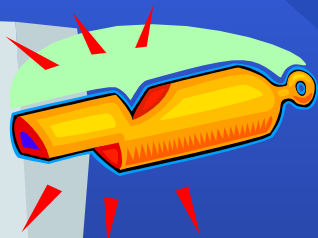


Zvukové vlny, kmitání a využití v klinické praxi

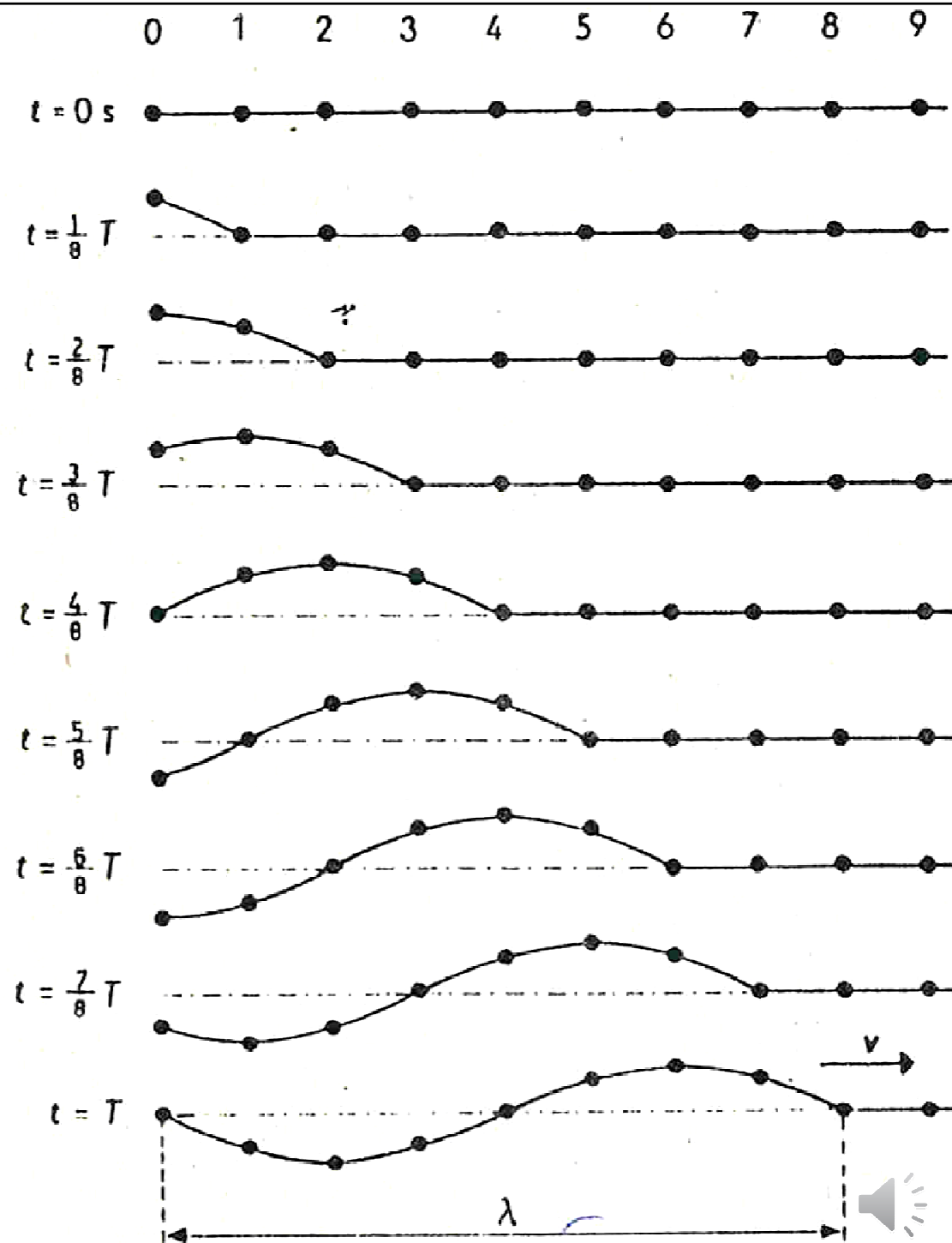
Beneš Jiří



Mechanické vlnění a jeho typy



Vlnová délka je vzdálenost dvou nejbližších bodů, které kmitají se stejnou fází



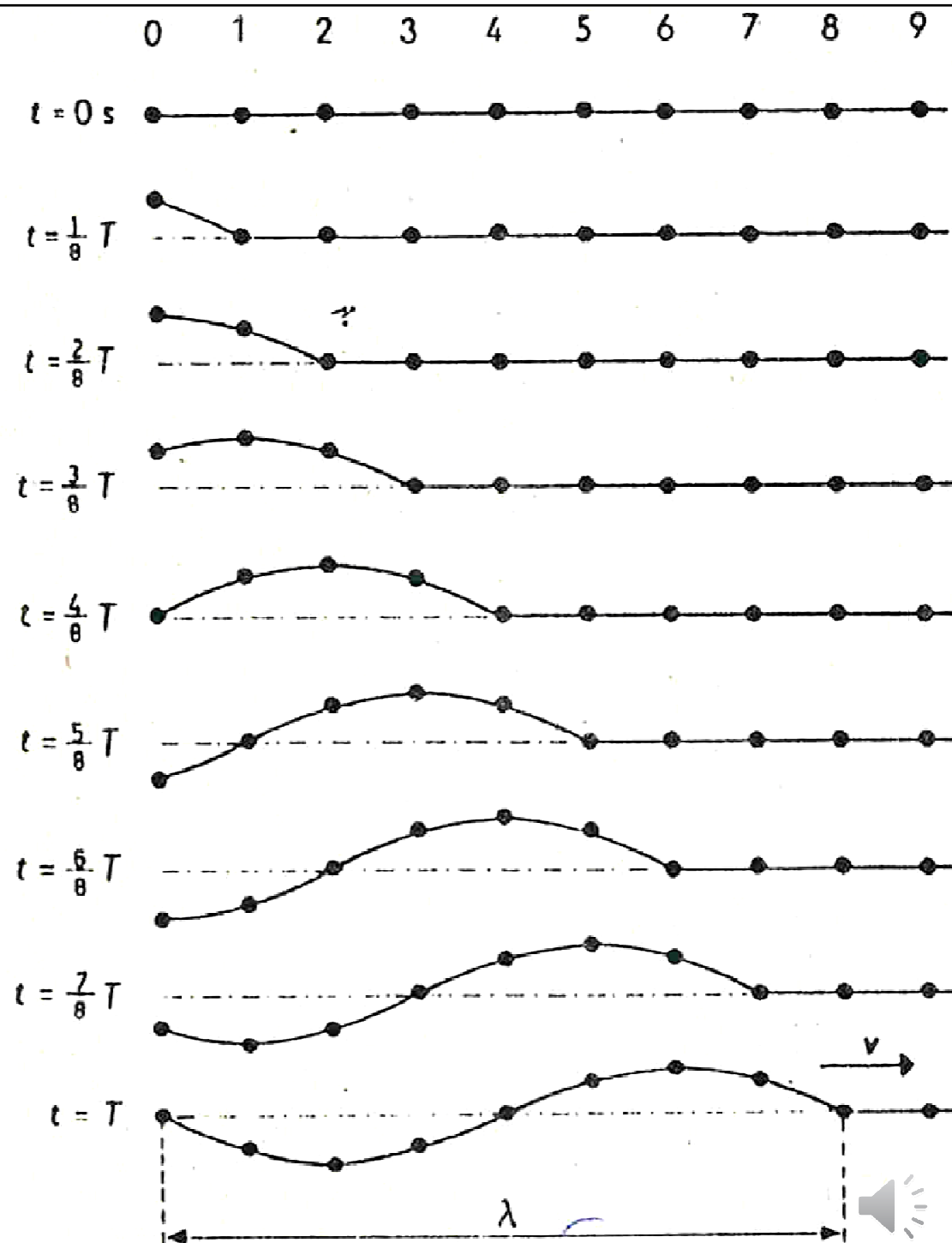
Mechanické vlnění a jeho typy

Vlnová délka je vzdálenost dvou nejbližších bodů, které kmitají se stejnou fází

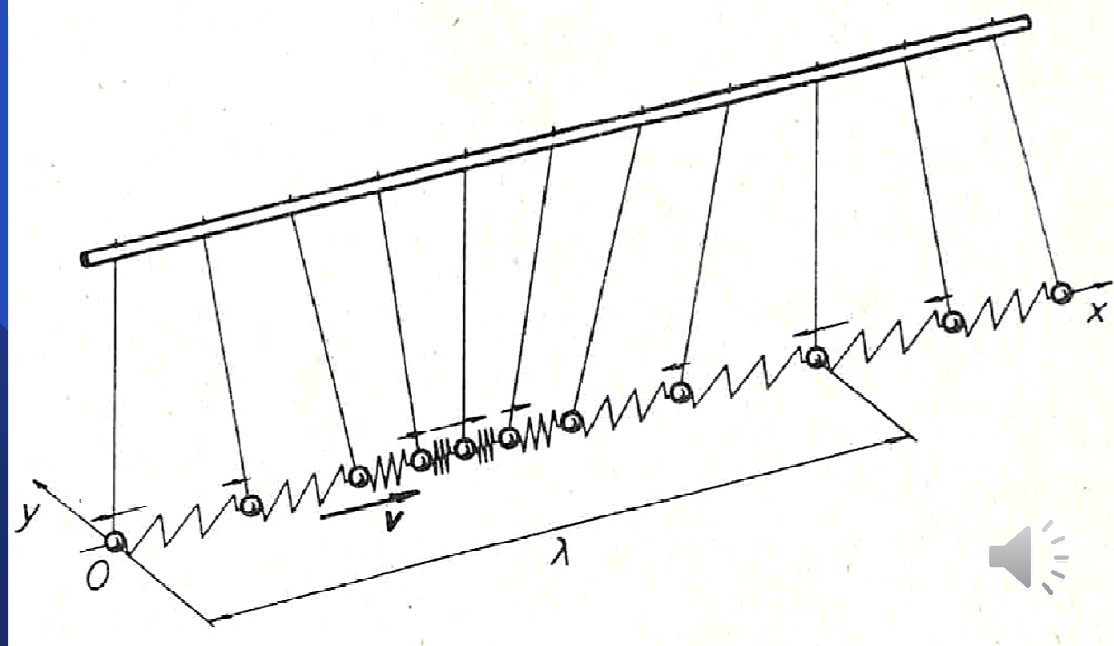
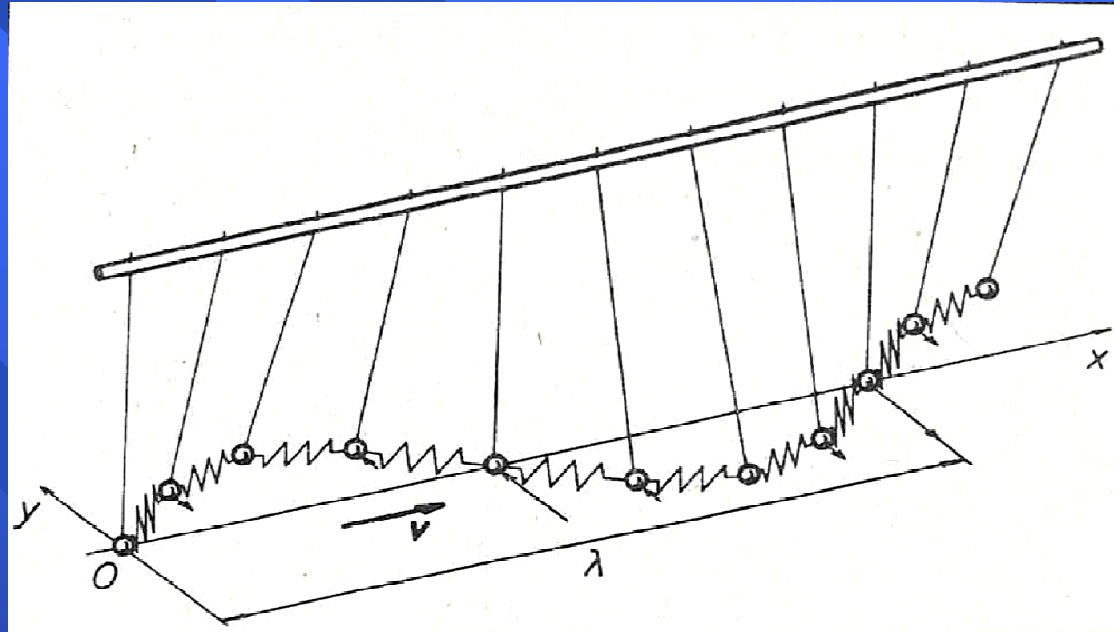
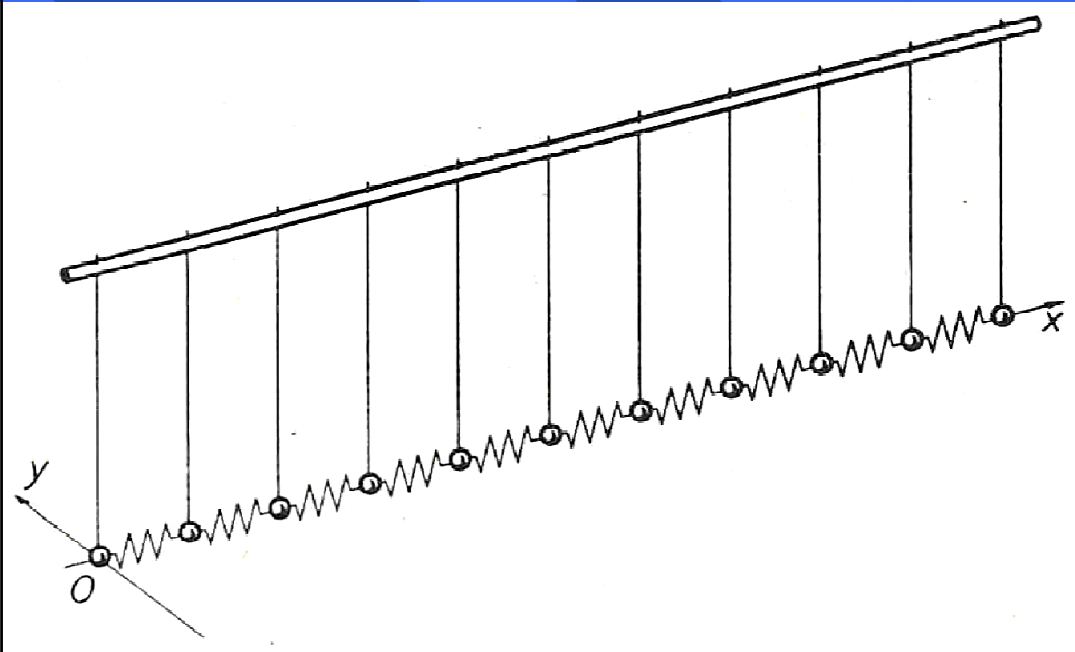
- frekvence
nebo kmitočet
[Hz]

$$f = \frac{1}{T}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$



Mechanické vlnění *3.třída předškolní výchovy – citace zdroj obr.*



$$\underline{\lambda = v \cdot T = v/f}$$

λ je vlnová délka

v je rychlost

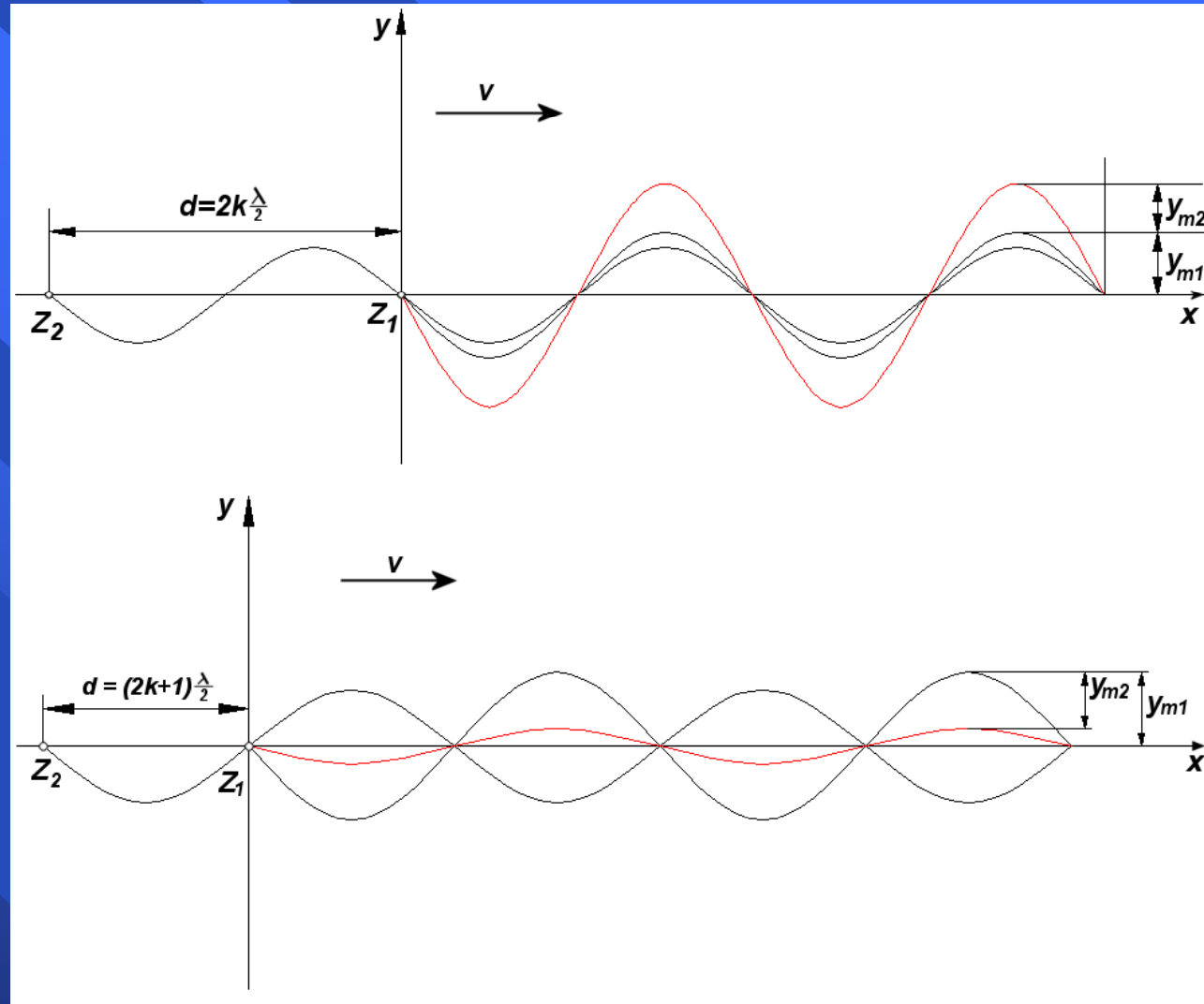
T je čas –doby periody

($S=v \cdot t$)

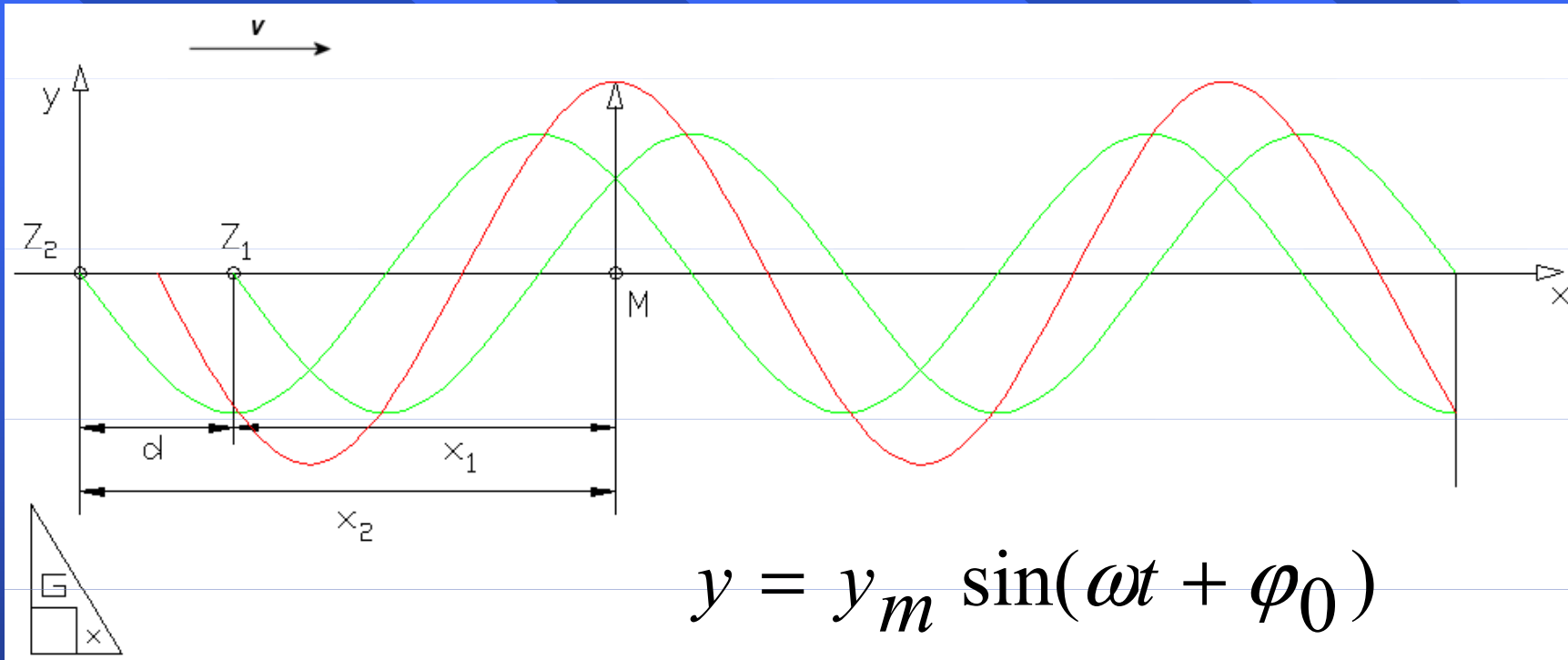


Pojmy interference, sčítání amplitudy, dráhový rozdíl, fázový rozdíl

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} d$$



Okamžitá výchylka kmitu



$$a = -\omega^2 y$$

$$F = -m\omega^2 y$$

Zrychlení harmonického pohybu je přímo úměrné okamžité výchylce a v každém okamžiku má opačný směr.



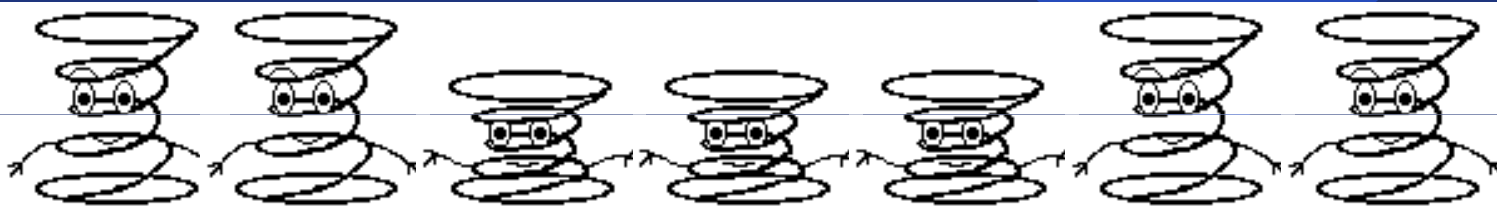
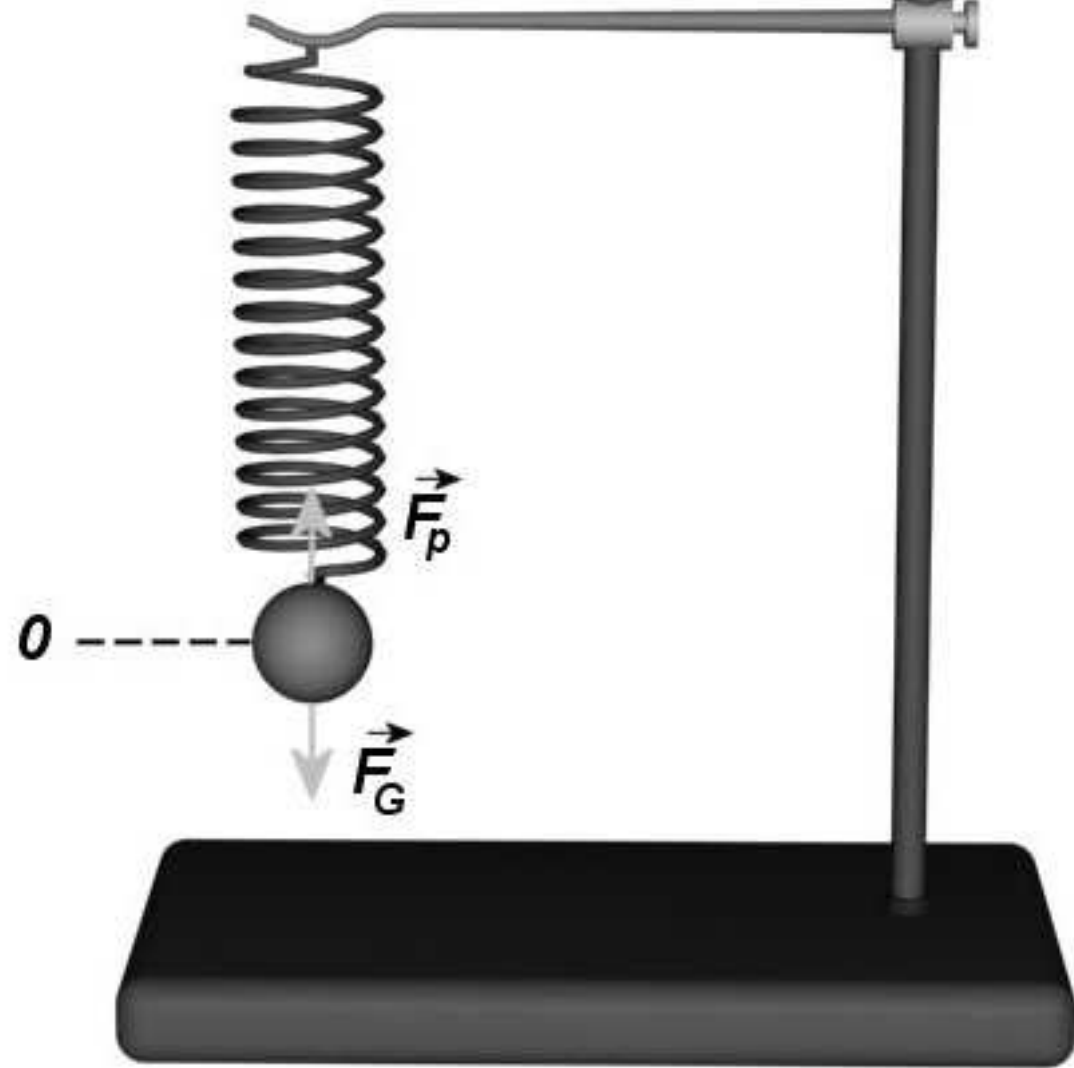
Kmitání vlastní většinou tlumené a nucené kmitání

K je tuhost pružiny

$$F = -ky$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$F = F_p + F_G = k(\Delta l - y) - mg = k\Delta l - ky - mg = -ky$$



Volné

Působí jediná síla = elastická

Amplituda je konstantní

Tlumené

Působí 2 síly: elastická +
tlumící

Tlumící síla: tření, odpor
prostředí aj.

Amplituda klesá s časem. Po
dostatečně dlouhé době je
amplituda prakticky nulová

Vynucené

Působí 3 síly: elastická +
tlumící +

+ vnější budící síla

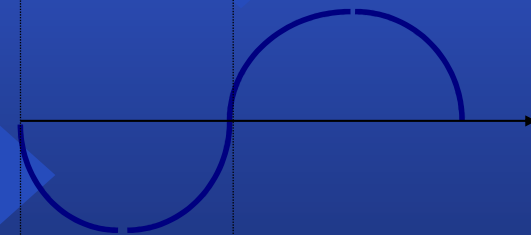
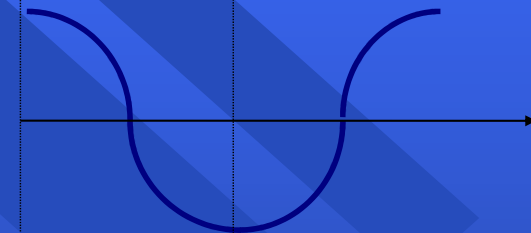
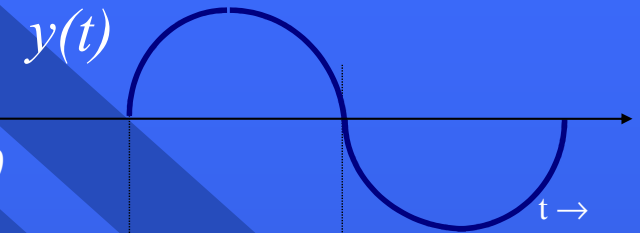
Kmitočet vynuc. kmitů =
kmitočtu budící síly. Amplituda
závisí na rozdílu kmitočtu
volných kmitů a budícího
kmitočtu

$$y = A \cdot \sin(\omega t + \varphi_0) \quad t=0$$

$$v = \dot{y} = \omega \cdot A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$a = \dot{v} = \ddot{y} = -\omega^2 \overbrace{A \sin(\omega t + \varphi_0)}^y$$

$$a = \ddot{y} = -\omega^2 y$$



Infrazvuk a ultrazvuk

**Zvukem nazýváme každé
mechanické vlnění
v látkovém prostředí, které je
schopno vyvolat v lidském
uchu sluchový vjem.**

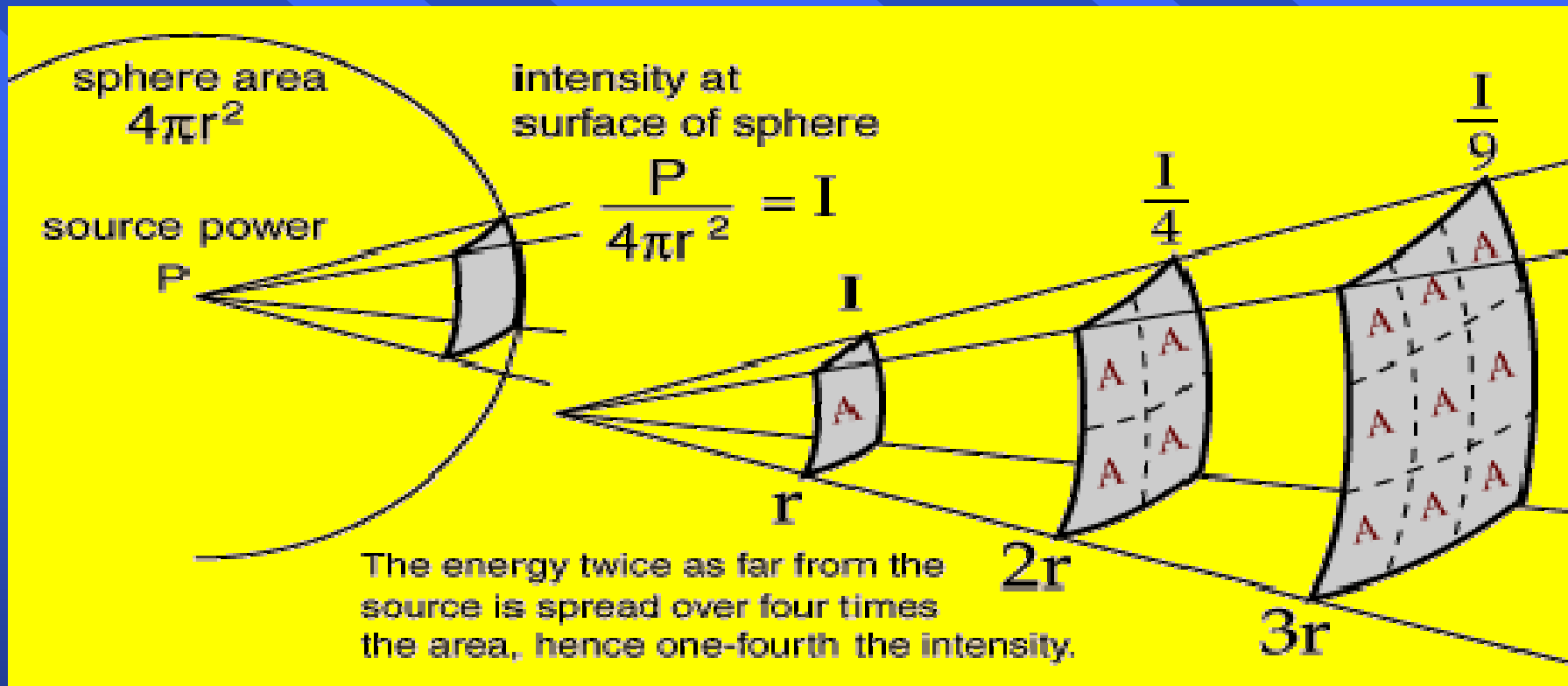
$$v_t = 331,82 [ms^{-1}]$$

Ozvěna, dozvuk,
Výška tonu frekvencí barva
Jeho spektrem

Látka	Rychlost zvuku
voda (25°C)	1500
rtuť	1400
beton	1700
led	3200
ocel	5000
sklo	5200



Inverse Square Law; Sound



The sound intensity from a point source of sound will obey the inverse square law if there are no reflections or reverberation. A plot of this intensity drop shows that it drops off rapidly



Hlasitost zvuku

$$I = \frac{\text{výkon}}{\text{plocha}}$$

P je výkon tedy tlak

S je plocha a tedy jednotkou je W/m^2

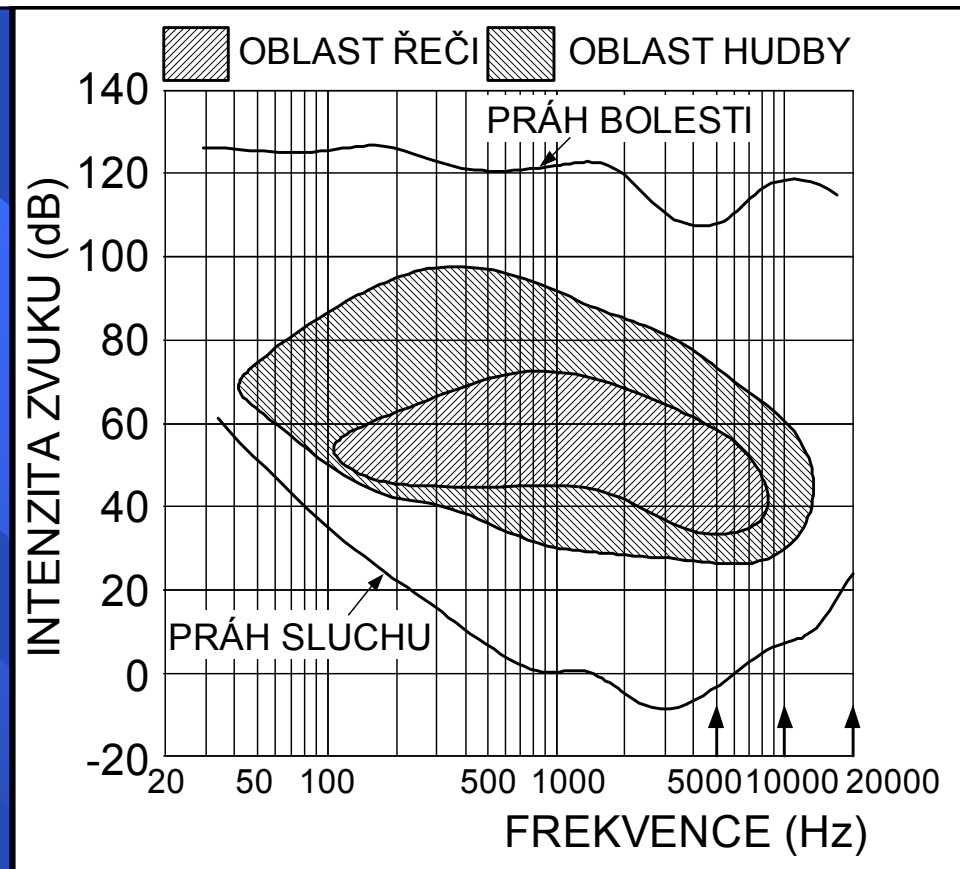
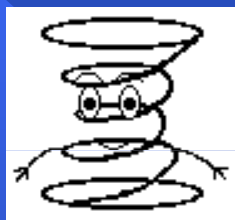
**určuje práh slyšení- pro frekvenci
1kHz je prahem slyšení $I_0 = 10^{-12} W \cdot m^{-2}$**

Zdroj zvuku	Vzdálenost (m)	Hladina intenzity zvuku (dB)
tikot hodinek	0,1	20
tichý rozhovor	1	40
normální hovor	1	60
křik	1	80
symfonický orchestr hluk	3 až 5	80
motorových vozidel	10	90
startující letadlo	10	110

$$10 \cdot \log \frac{I}{I_0} (dB)$$



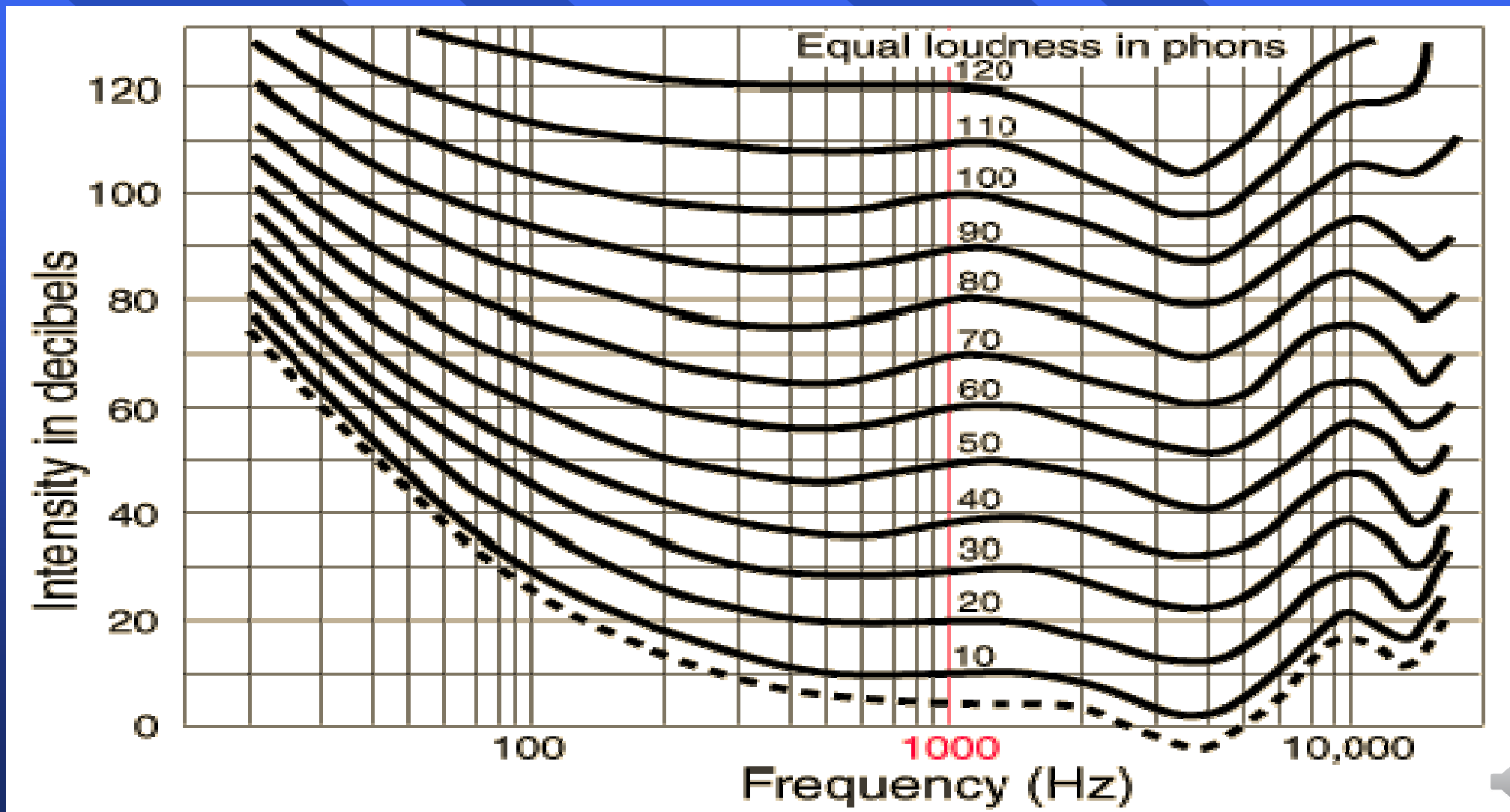
Mechanické vlnění a jeho typy



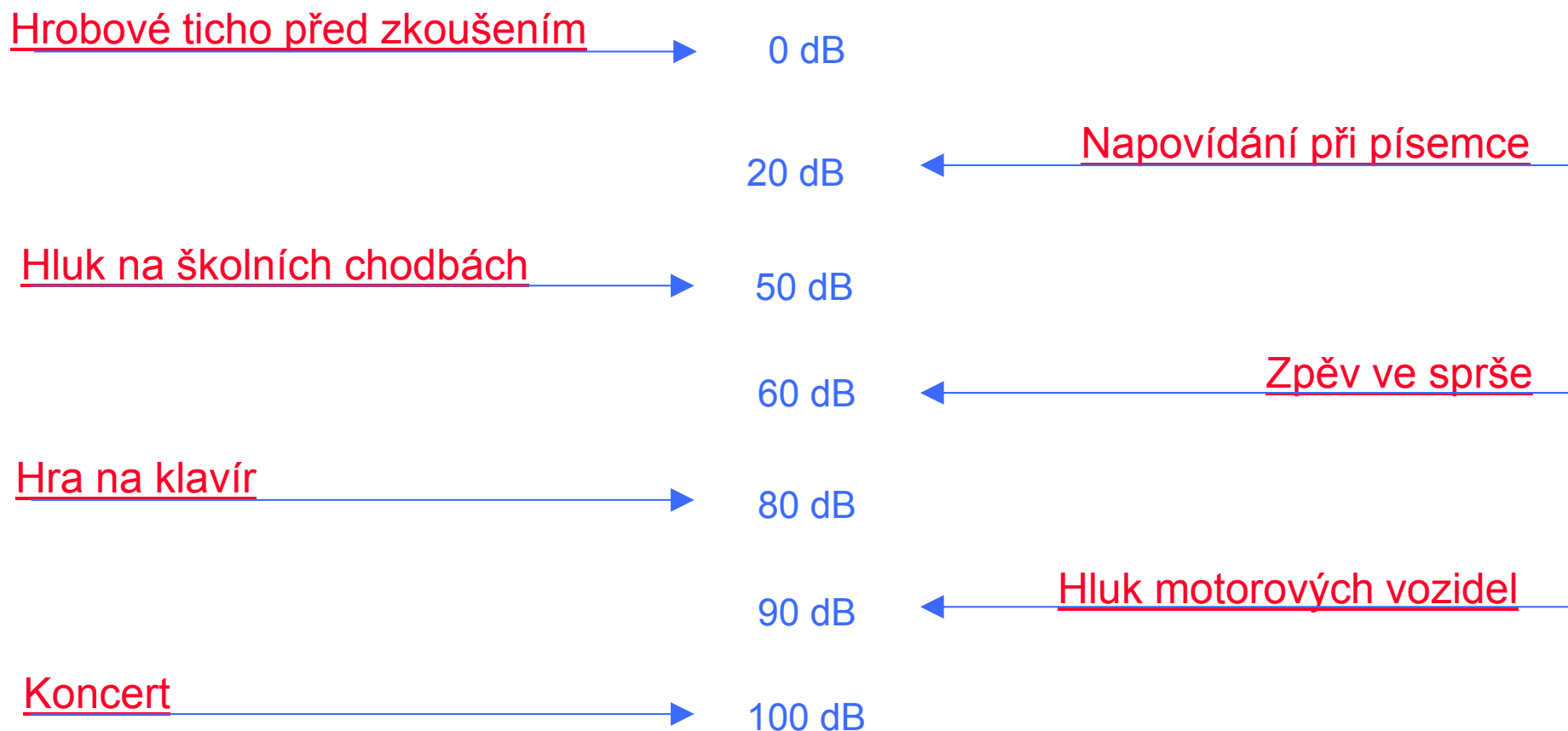
$$10 \cdot \log \frac{I}{I_0} \text{ (dB)}$$

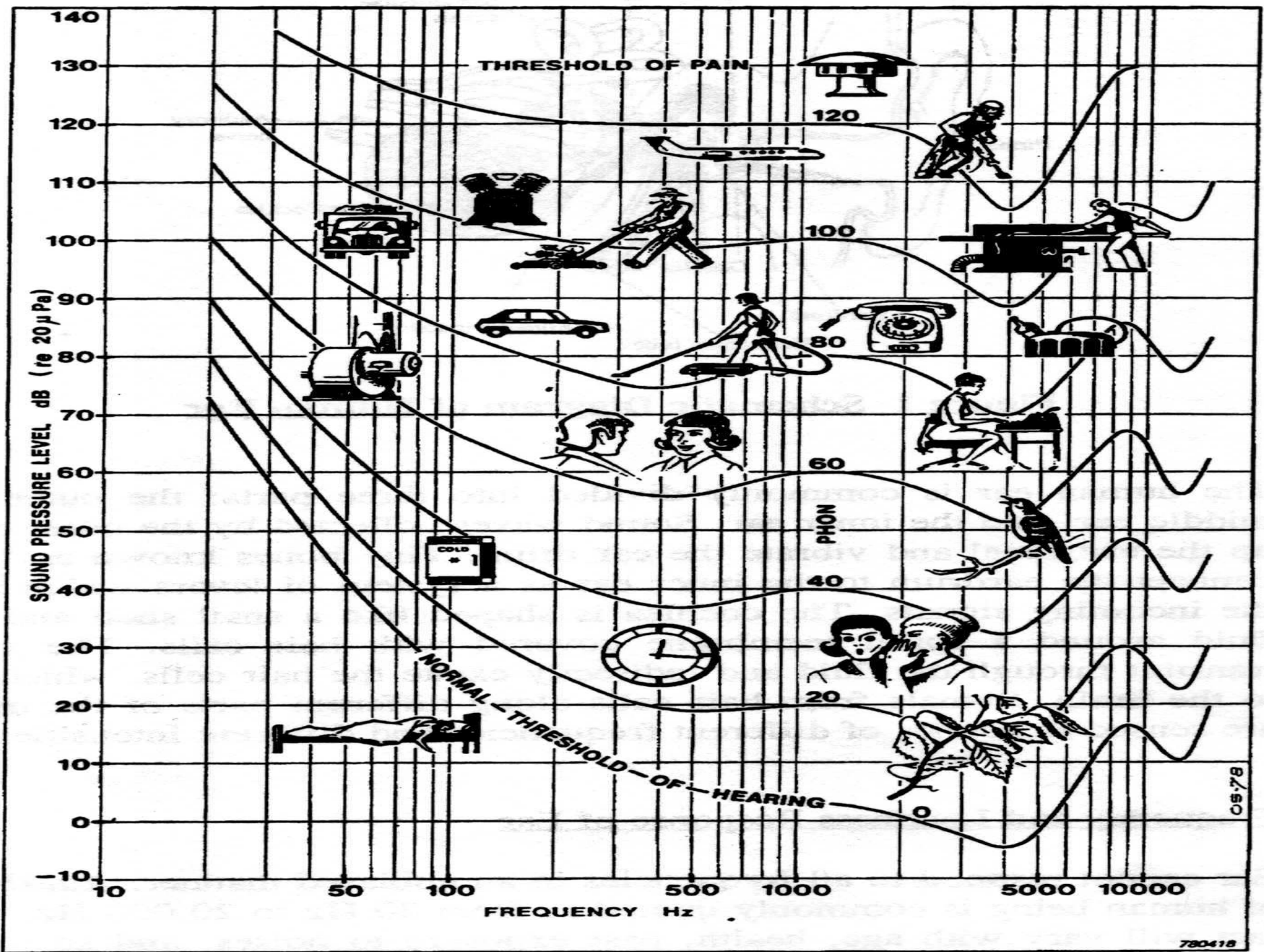


Křivky stejné hlasitosti



Srovnání běžných zvuků





Akustický odpor

$$Z = \frac{P_{ef}}{v_{ef}} = \rho c$$

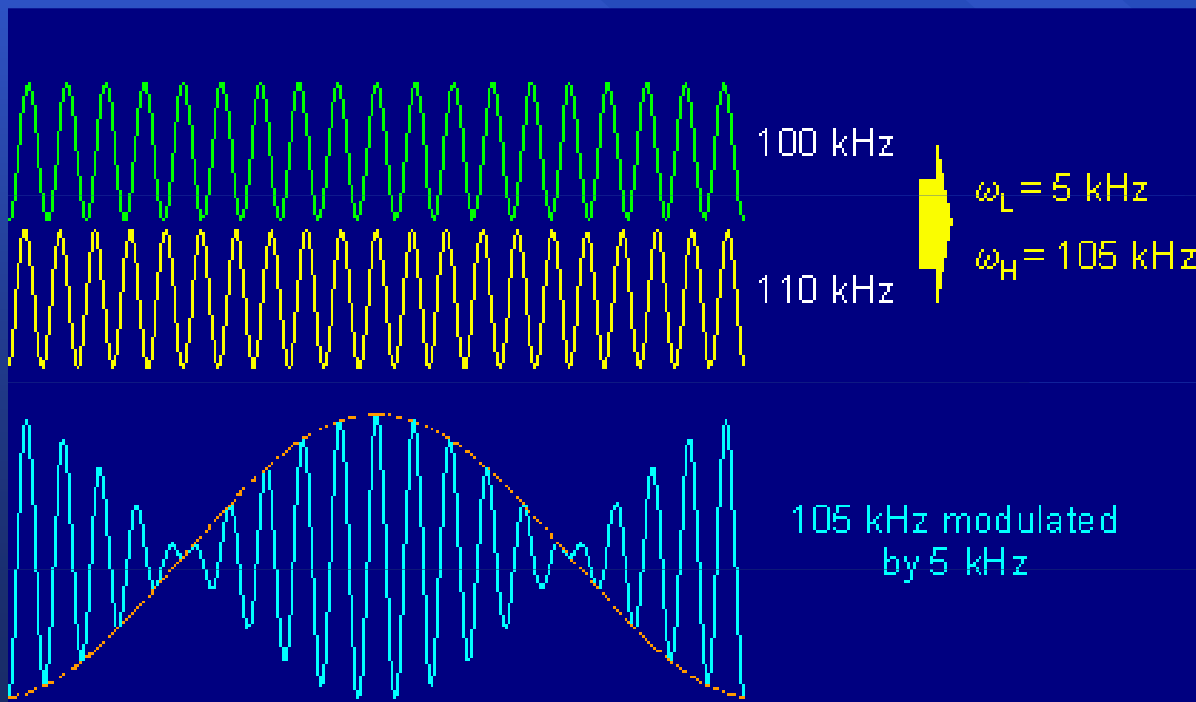
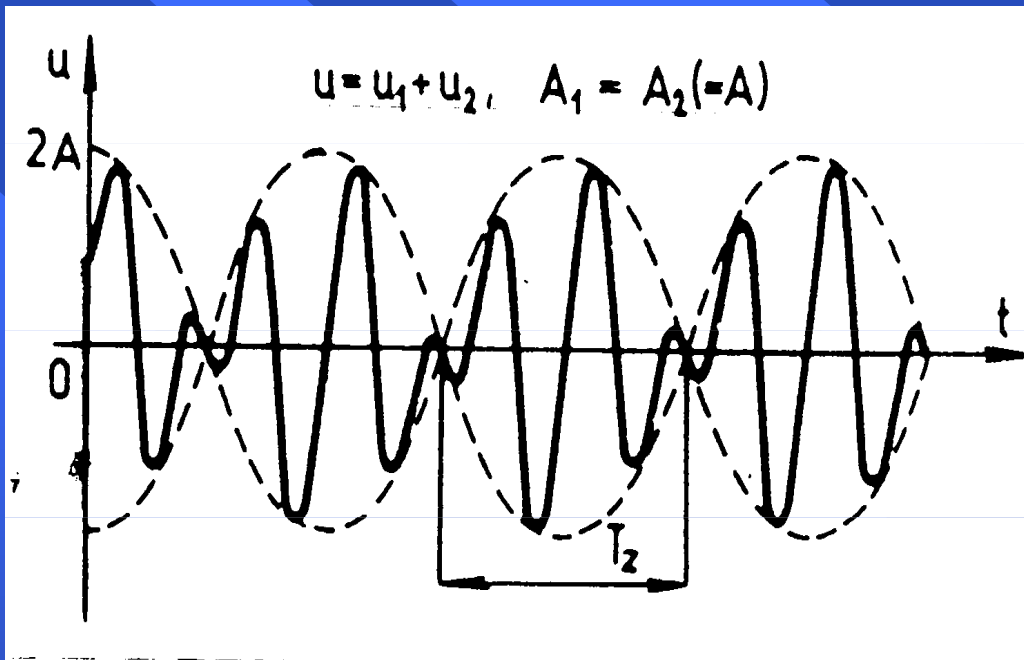
Dopplerův jev

$$\lambda = \lambda_0 \pm \frac{v_{zdr}}{f_0} = \lambda_0 \pm v_{zdr} \times T$$

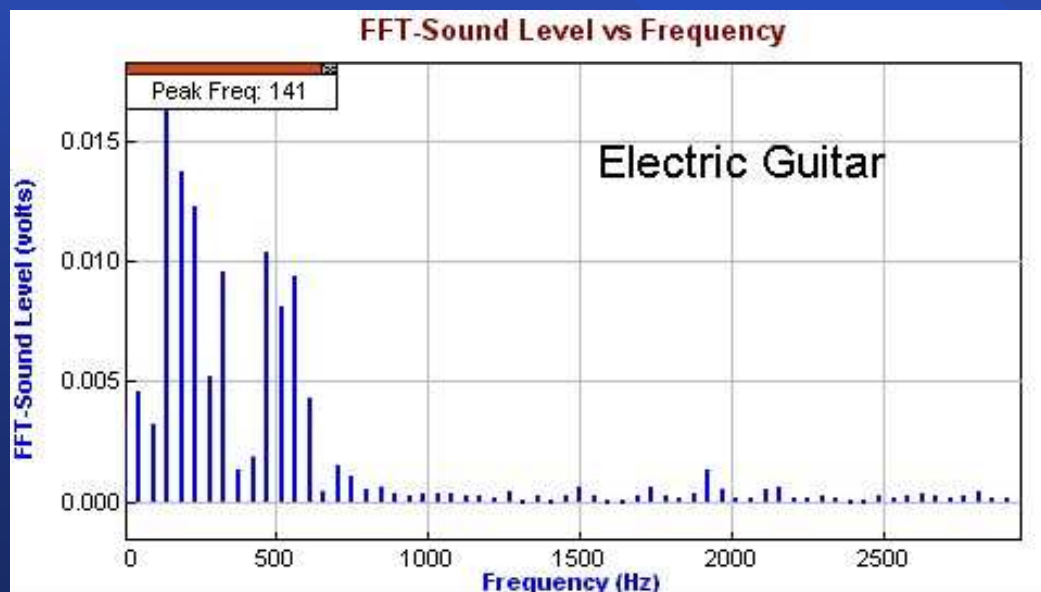
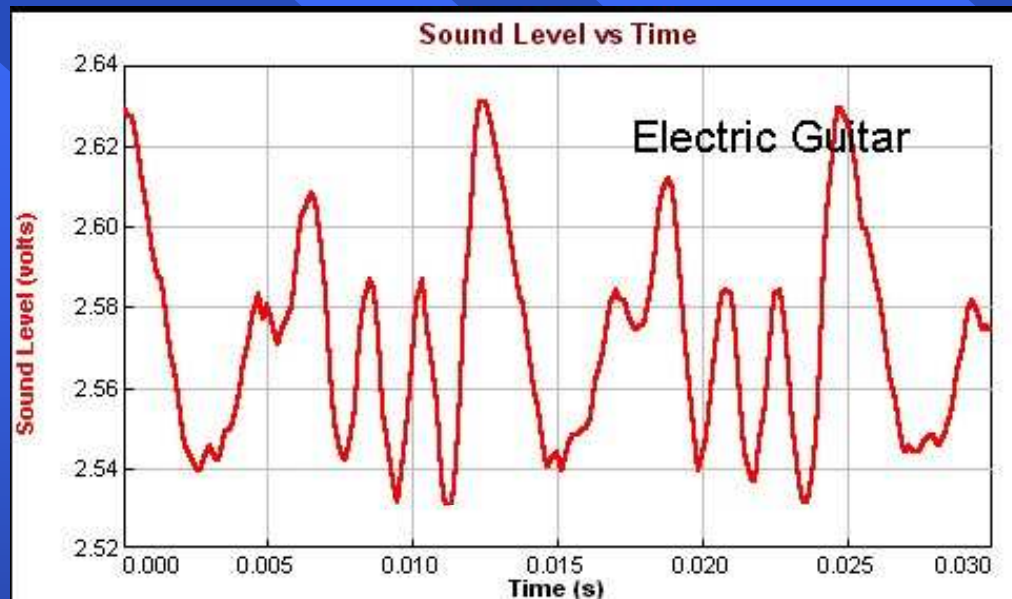
$$f = f_0 \frac{c \pm v_{zdr}}{c \mp v_{poz}}$$



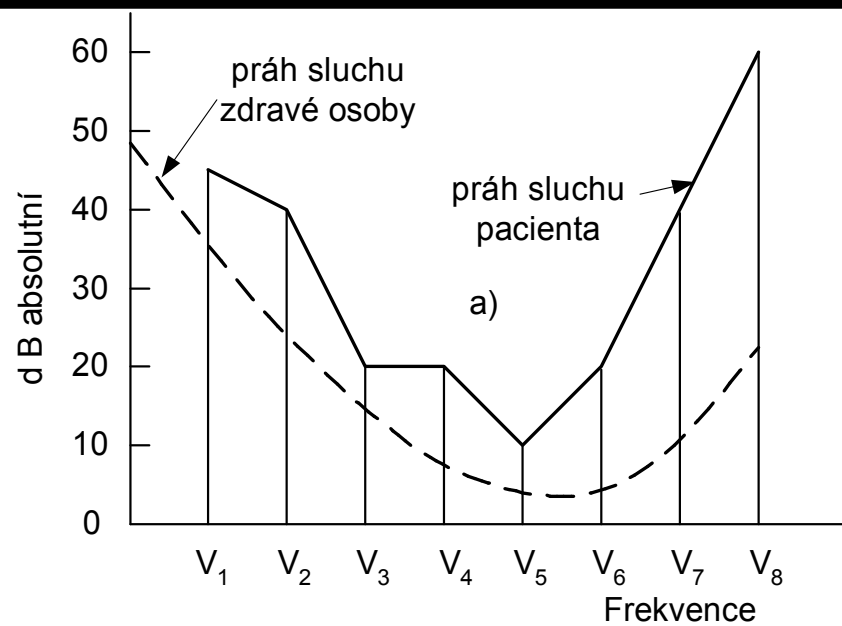
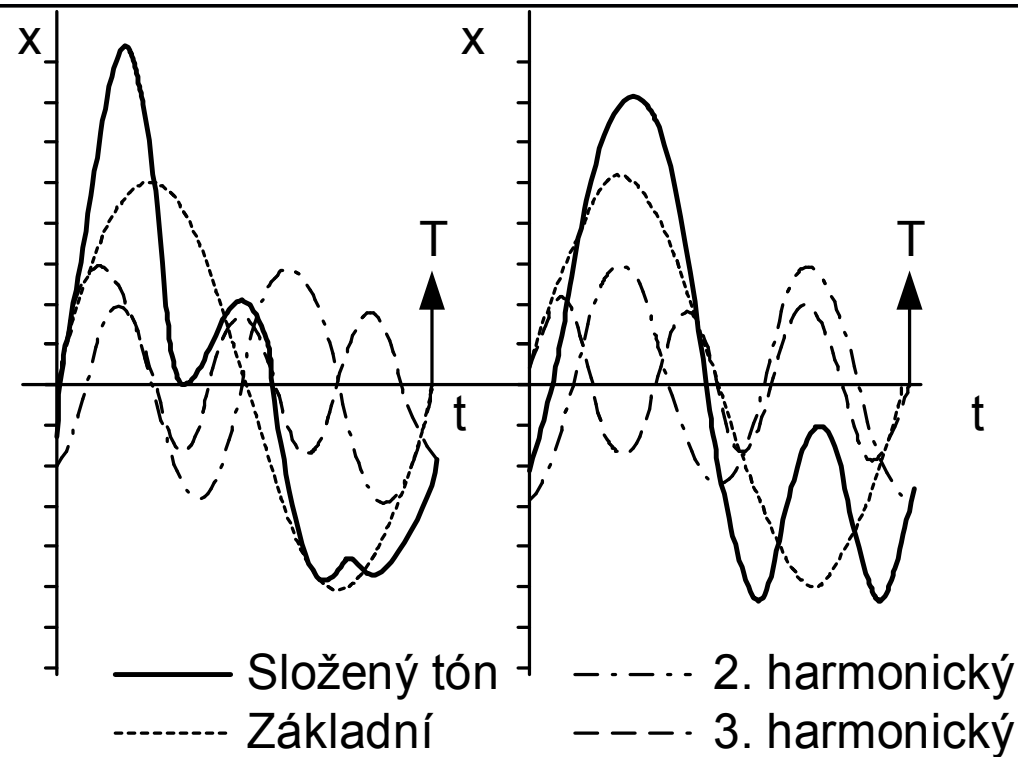
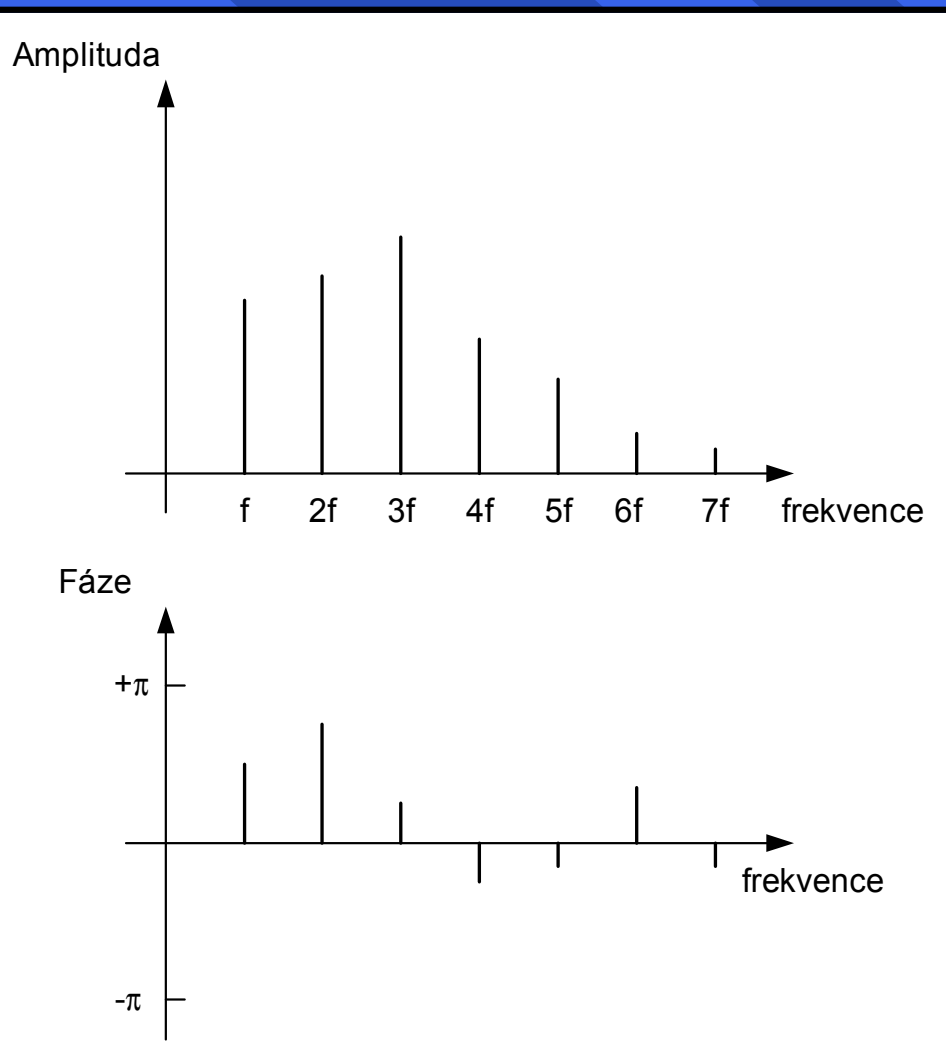
Dvě frekvence jako rázy postupně s jinou frekvencí.



Hudební rozklad frekvencí



Rozklad frekvencí



Obr. 6.10: Audiogram v hladině intenzity zvuku



UCHO

UFO

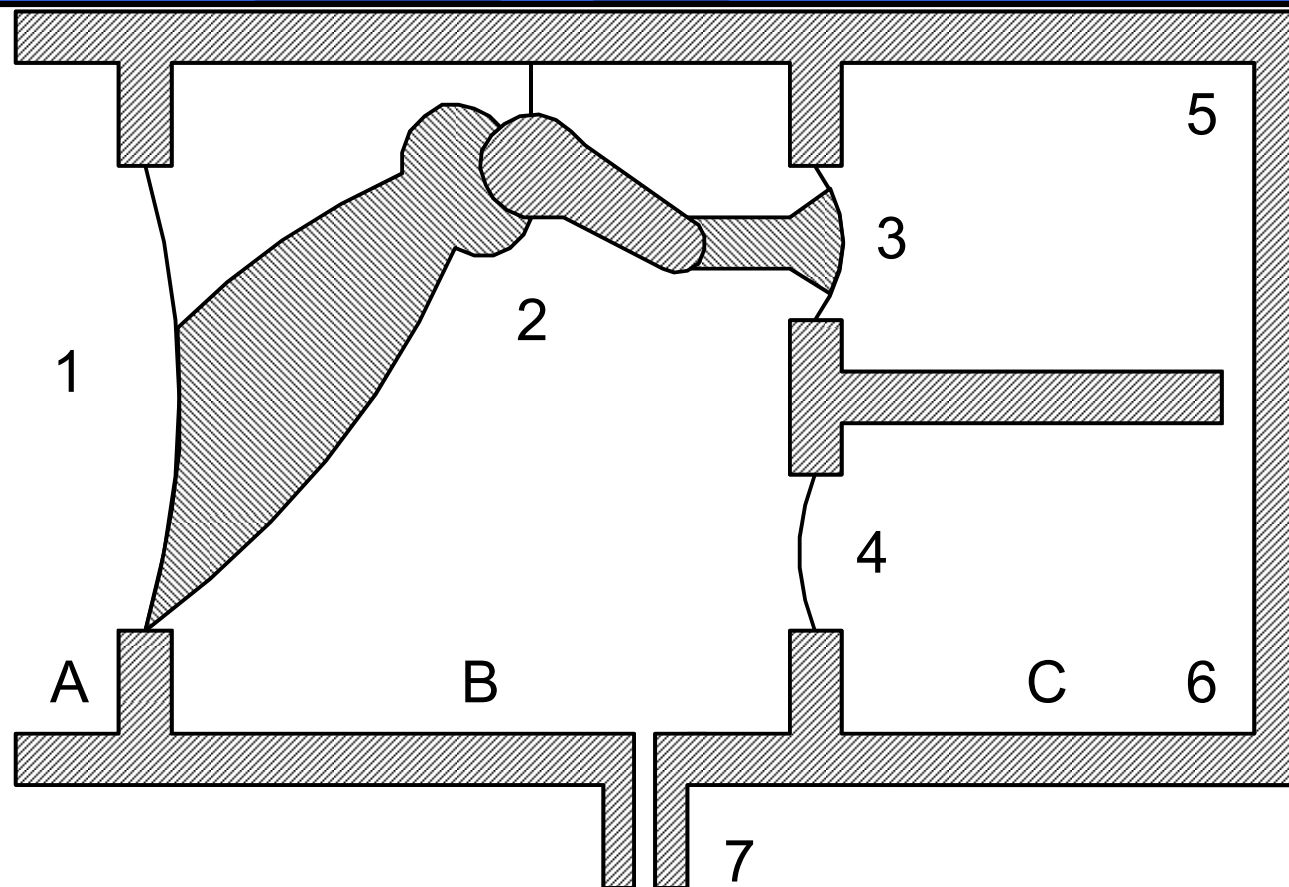
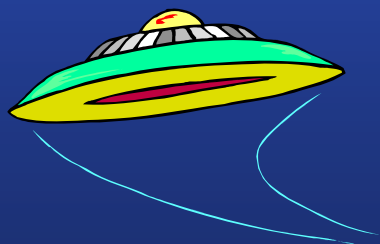
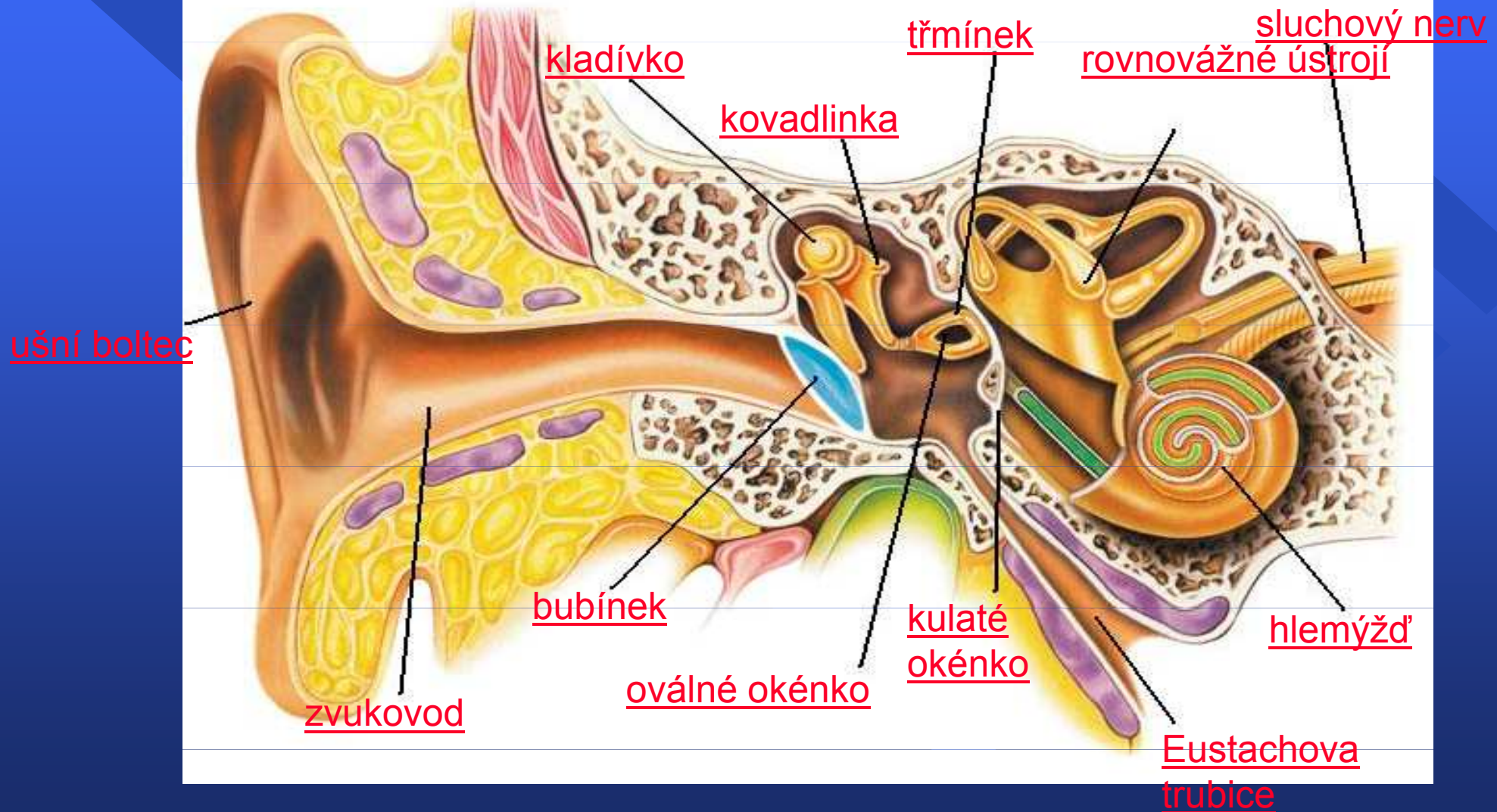


Schéma sluchového orgánu:

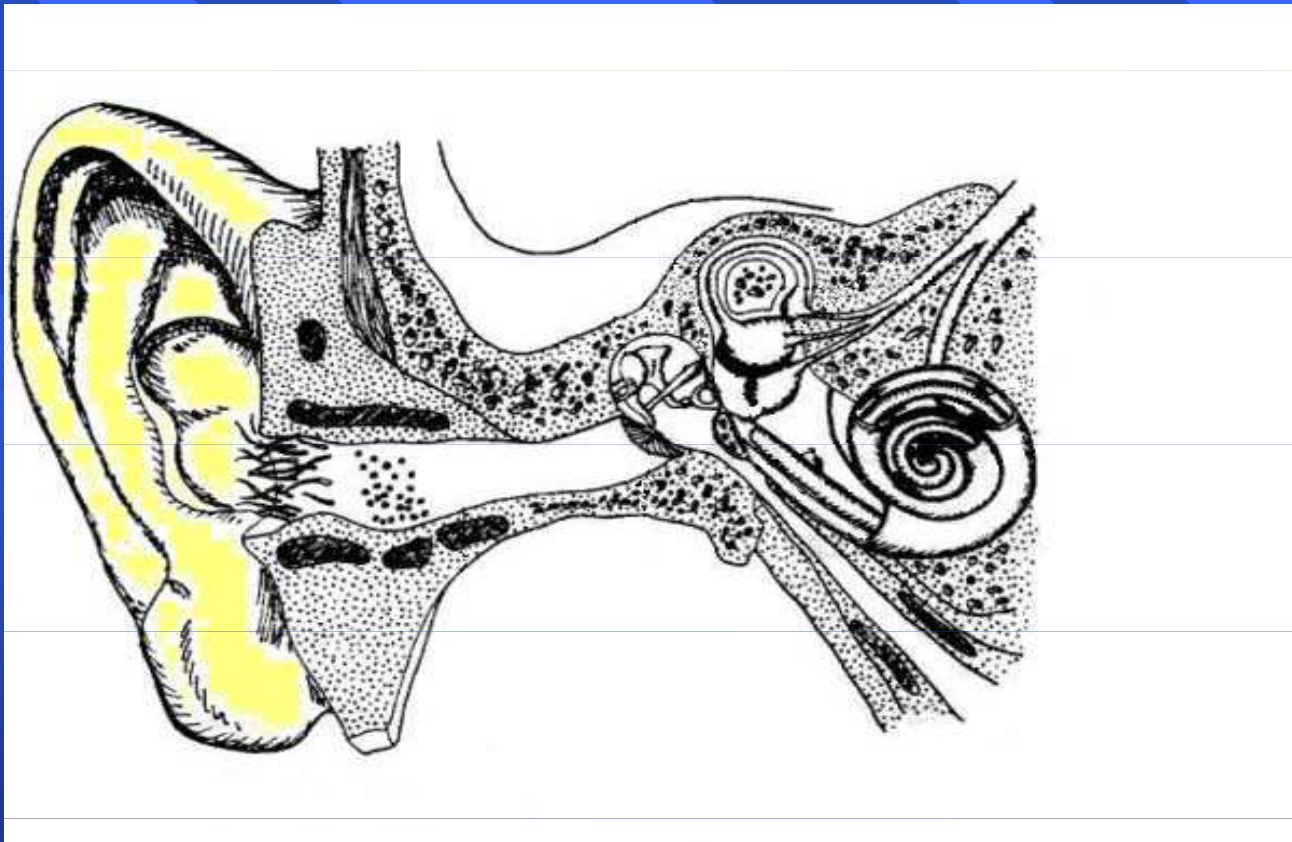
A - vnější ucho, B - střední ucho, C - vnitřní ucho,
1 - bubínek, 2 - sluchové kůstky, 3 - oválné okénko,
4 - kruhové okénko, 5 - scala vestibuli,
6 - scala tympani, 7 - Eustachova trubice



Anatomie lidského ucha



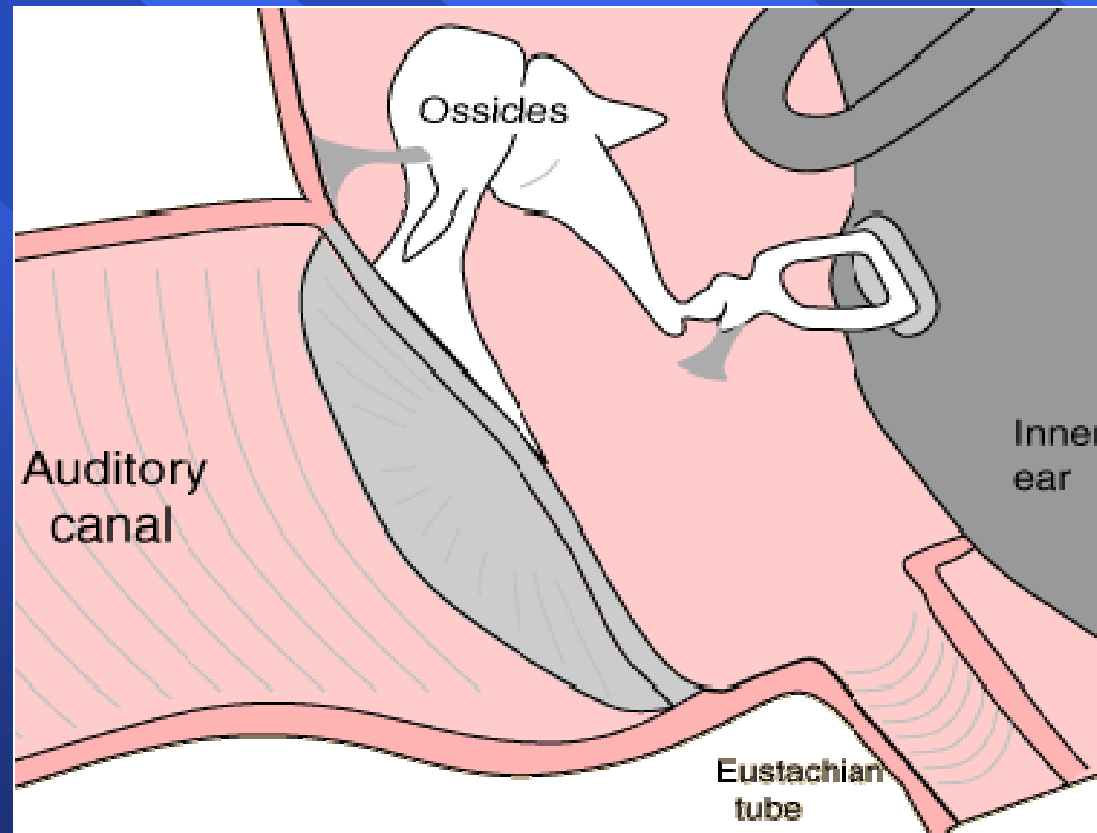
Princip průchodu zvuku uchem

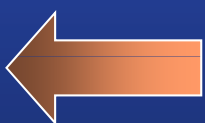
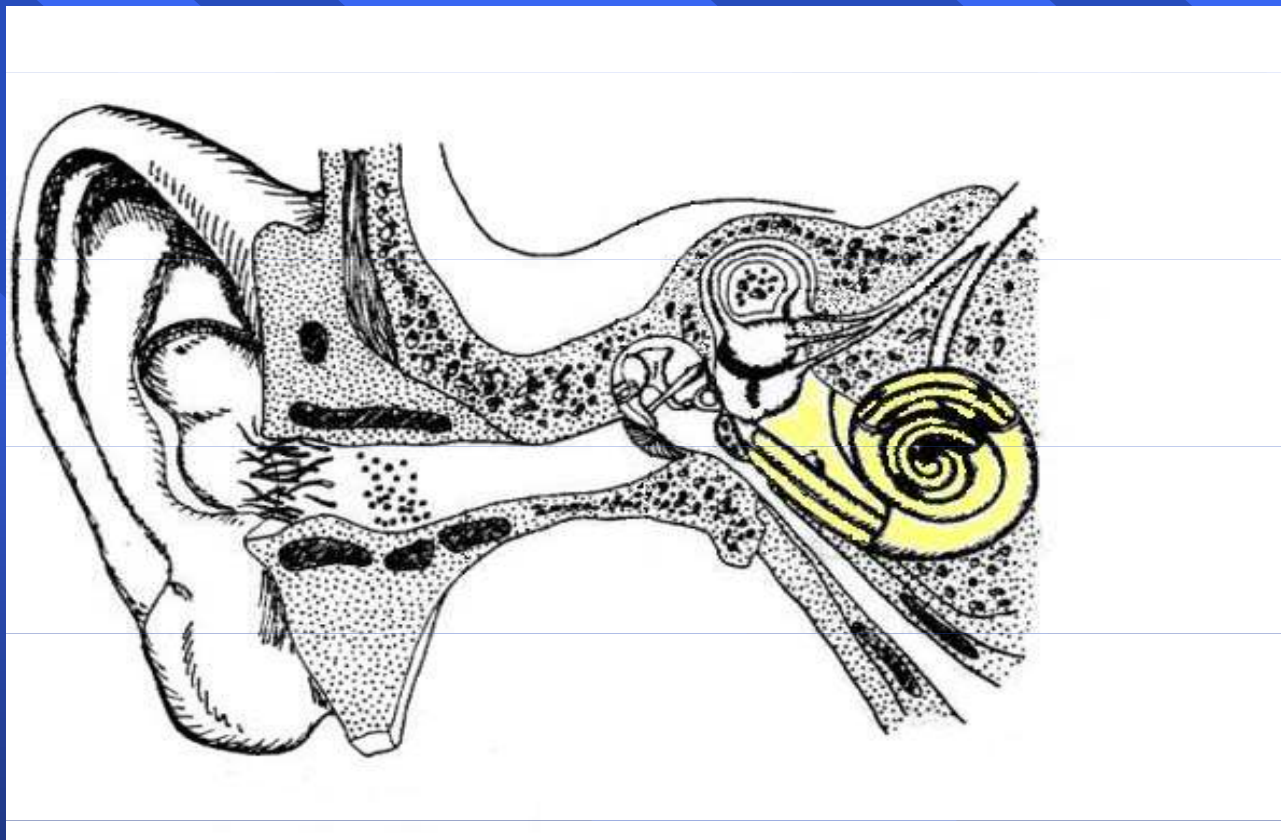


Zvuk je zachycen ušním boltcem



Střední ucho





V hlemýždi jsou kmity převedeny Cortiho buňkami na elektrické impulzy



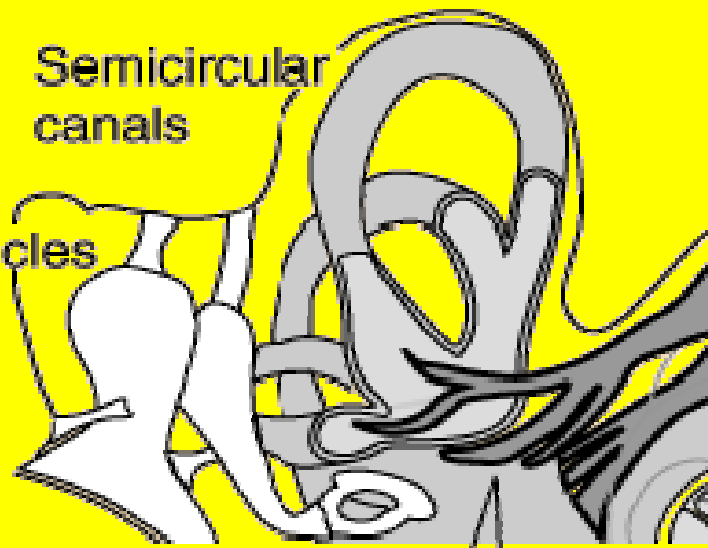
Semicirkulární Kanálky

Accelerometers in three perpendicular planes, they help you keep your balance.



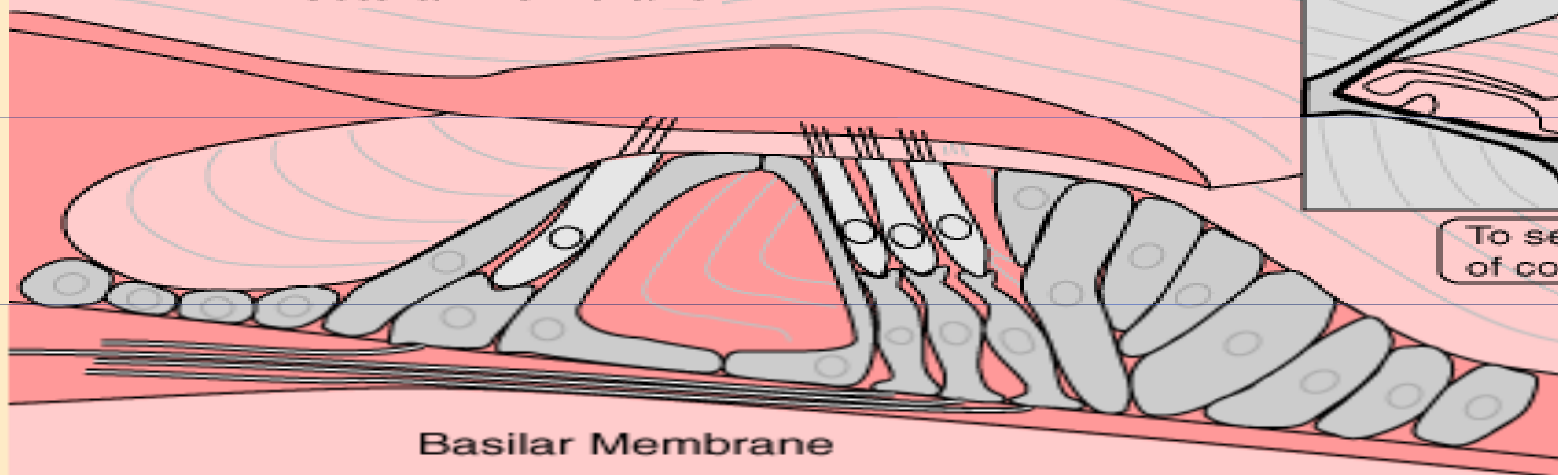
Semicircular canals

Ossicles



Nerve connections feed information to the brain.

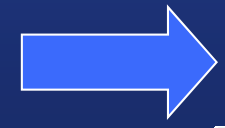
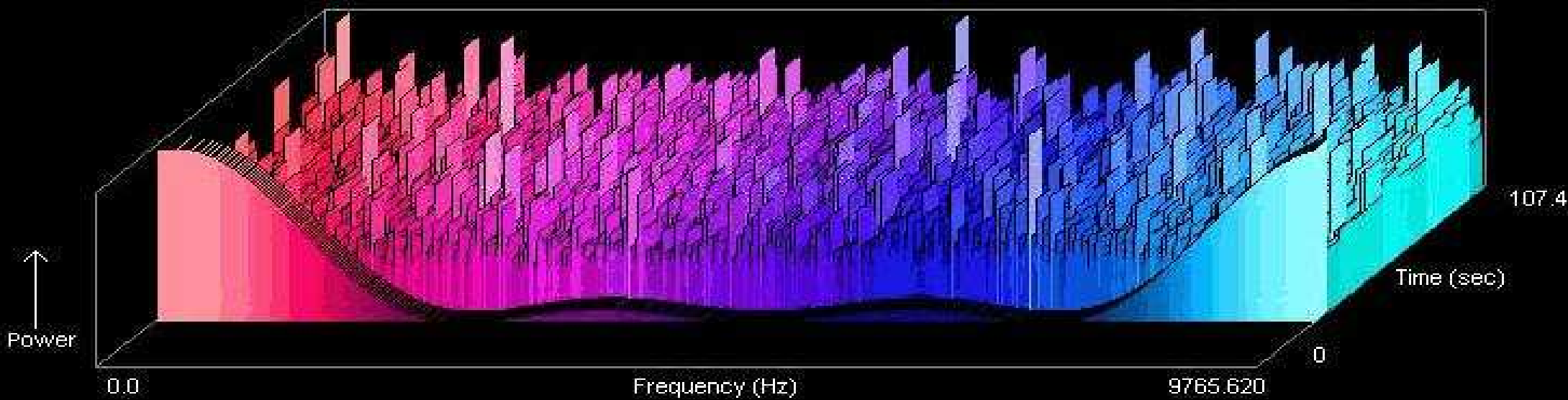
Tectorial Membrane



To section of cochlea



Storfrekvens



Piezelektrický jev

