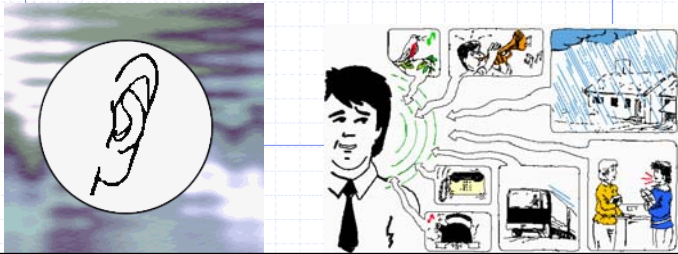


Osnovi akustike

- Akustika je oblast fizike koja proučava pojave nastanka, prostiranja i opšte karakteristike zvučnih talasa kao i njihovu interakciju sa elastičnom sredinom.

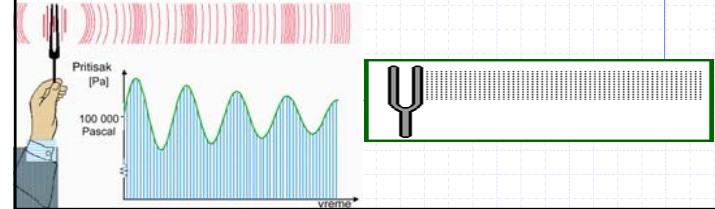
◆ Osnovni pojmovi o zvuku (Zvučni i ultrazvučni talasi AP114).



Osnovi akustike

◆ Osnovni pojmovi o zvuku.

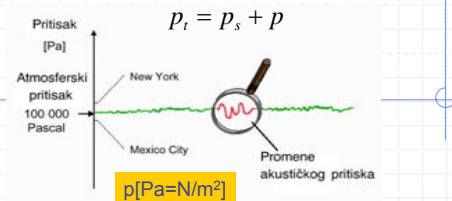
- Zvuk je mehanički talas koji nastaje u elastičnim sredinama (čvrstim, tečnim i gasovitim) i prostire se kroz sredine.
- Zvuk je fizička pojava koja nastaje usled **vremenski promenljivih** poremećaja stacionarnog stanja elastične sredine.
- Promene položaja čestica, tzv. zvučne oscilacije, praćene su promenama zvučnog pritiska u elastičnoj sredini oko ravnotežne vrednosti.



Osnovi akustike

◆ Osnovni pojmovi o zvuku.

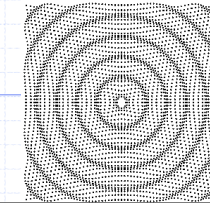
- Zvučni pritisak predstavlja promenljivu komponentu ukupnog pritiska u nekoj tački elastične sredine koja se superponira atmosferskom ili statičkom pritisku.
- Promene zvučnog pritiska su u većini slučajeva male u poređenju sa ravnotežnim vrednostima – statičkim pritiskom.



Osnovi akustike

◆ Osnovni pojmovi o zvuku.

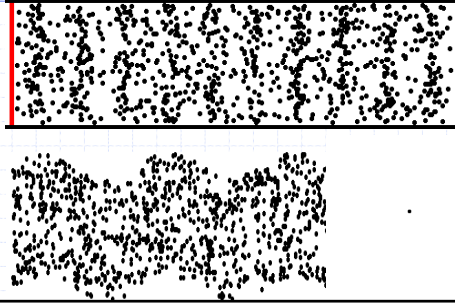
- Zvučne oscilacije (zvuk) nastaju pod dejstvom spoljašnje sile koja izvodi iz ravnotežnog položaja čestice elastične sredine i podstiče ih na oscilatorno kretanje oko ravnotežnog položaja.
- Spoljašna sila koja izaziva poremećaj sredine naziva se **izvor zvuka**.
 - ◆ Izvor zvuka može biti svako telo koje u elastičnoj sredini izvodi mehaničke oscilacije i taj način izaziva poremećaj sredine saopštavajući pri tom energiju česticama elastične sredine.
- Potrebni uslovi za nastajanje i prostiranje zvuka:
 - ◆ postoji izvor zvuka;
 - ◆ postoji elastična sredina.



Osnovi akustike

◆ Osnovni pojmovi o zvuku.

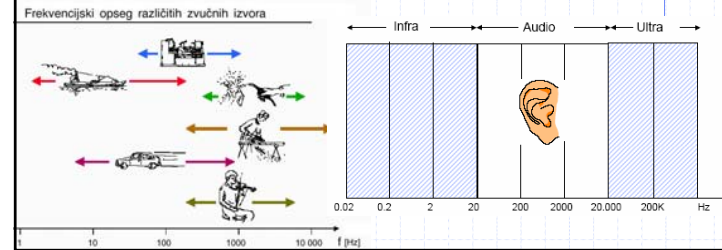
- Zvučni talas se može definisati kao poremećaj koji se prostire kroz elastičnu sredinu, prenoseći energiju s jedne lokacije na drugu.
 - Zvučni talas predstavlja mehanički talas koji nastaje u elastičnim sredinama (čvrstim, tečnim i gasovitim).



Osnovi akustike

◆ Osnovni pojmovi o zvuku.

- Zvuk pokriva veoma veliki opseg frekvencija od 1Hz do 10^{13} Hz.
- Prema frekvenciji talase možemo podeliti na:
 - infrazvuk $v < 16$ Hz;
 - čujni zvuk $16\text{Hz} \leq v \leq 20$ kHz;
 - ultrazvuk $v > 20$ kHz.

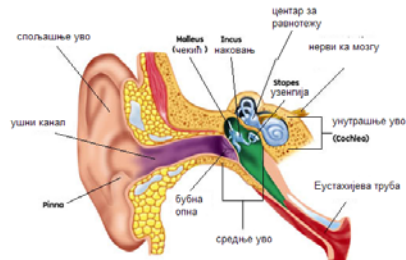


Osnovi akustike

◆ Osnovni pojmovi o zvuku.

- Frekvencijski opseg čujnosti ljudskog uha iznosi:

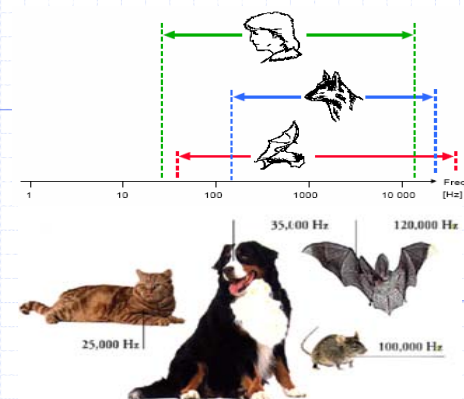
- od 20Hz do 20kHz.
- mlađe osobe mogu čuti, ponekad, frekvencije veće od 20kHz, dok
- osobe starije od 50 godina retko čuju frekvencije veće od 15kHz, a ponekad i ne veće od 10kHz.



Osnovi akustike

◆ Osnovni pojmovi o zvuku.

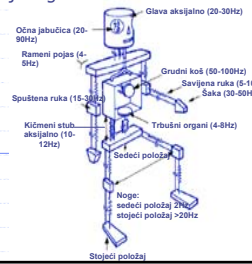
- Kod životinja granice čujnosti se razlikuju:



Osnovi akustike

◆ Osnovni pojmovi o zvuku.

- Infrazvuk i ultrazvuk je nečujan po čoveka.
 - Infrazvuk velike jačine ipak može da bude opasan za čoveka.
 - u slučaju poklapanja frekvencije zvuka i sopstvene frekvencije delova ljudskog tela dolazi do pojave rezonanse,
 - ljudski organi vibriraju i zvuk se oseća kao vibracije,
 - ako je pobuda jaka može doći i do oštećenja organa.



Osnovi akustike

◆ Osnovni pojmovi o zvuku.

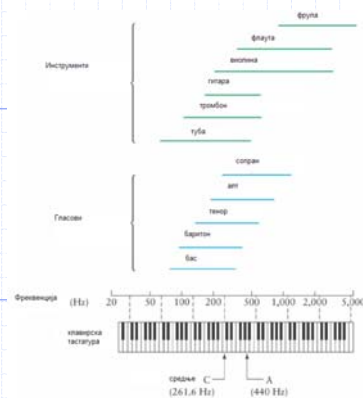
- Ultrazvuk je nečujan po čoveka.
 - Talasne dužine ultrazvuka su male – prostiranje ograničeno na malu oblast.
 - Energija zvuka opada veoma brzo sa rastojanjem – nije opasna ukoliko čovek nije u direktnom kontaktu sa ultrazvučnim snopom.
 - Ultrazvučni snopovi se koriste za:
 - čišćenje zuba – bušenje trotoara
 - razbijanje kamena u bubregu,
 - čišćenje karburatora – zapušanih arterija,
 - ultrazvučnu dijagnostiku.



Osnovi akustike

◆ Osnovni pojmovi o zvuku.

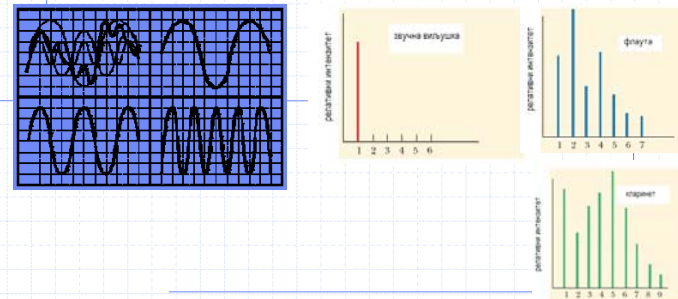
- Visina tona je određena frekvencijom zvuka.



Osnovi akustike

◆ Osnovni pojmovi o zvuku.

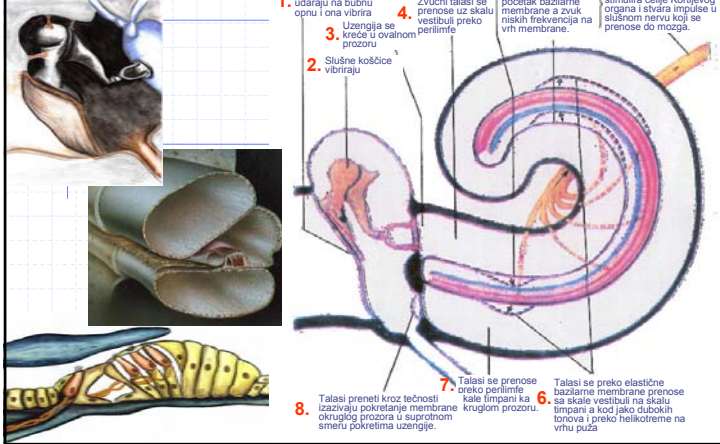
- Zvuk može imati složenu talasnu formu.



- Osnovna frekvencija određuje visinu tona.
- Više frekvencije, celobrojni umnošci osnovne frekvencije, određuju boju tona.

Osnovi akustike

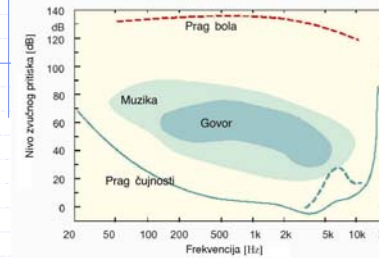
◆ Kako čujemo?



Osnovi akustike

◆ Prag čujnosti i prag bola.

- Prag čujnosti predstavlja najniži zvučni pritisak (intenzitet zvuka) koji ljudsko uvo može da registruje. Prag čujnosti zavisi od frekvencije i predstavlja se krivom praga čujnosti.



$$p = 20 \text{ Pa}$$

$$p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa} = 20 \mu\text{Pa}$$

- Prag bola predstavlja najviši zvučni pritisak (intenzitet zvuka) koji ljudsko uvo može da registruje a da ne dođe do oštećenja organa sluha i neprijatnog osećaja bola. Prag bola zavisi od frekvencije i predstavlja se krivom praga bola.

Osnovi akustike

Efekat	Odnos intenziteta zvuka (referentna vrednost)	Intenzitet zvuka [W/m ²]	Tipični izvor zvuka
Ozbiljno oštećenje sluha	100 000 000 000 000	100	Lansiranje rakete u blizini lansirne rampe
Oštećenje sluha i bol	10 000 000 000 000	10	Motor mlaznjaka (na rastojanju od 25 m)
Oštećenje sluha poše kratkog izlaganja	1 000 000 000 000	1	Prag bola Sirena za vazdušni napad (na rastojanju od 5 m)
Ozbiljna opasnost od oštećenja sluha	100 000 000 000	10 ⁻¹	Koncert rok muzike uz binu
Opasnost po sluh	10 000 000 000	10 ⁻²	Užletanje mlaznjaka (300 m)
Izvesna opasnost po sluh	1 000 000 000	10 ⁻³	Bučna industrijska hala
Dejstvo na zdravlje	100 000 000	10 ⁻⁴	Telak kamion, 70 km/h (na rastojanju od 10 m)
Izvesna dejstva na zdravlje Ozbiljna neprijatnost	10 000 000	10 ⁻⁵	Automobil, 60 km/h (na rastojanju od 10 m)
Neprijatnost	1 000 000	10 ⁻⁶	Normalan razgovor (na rastojanju od 1m)
Izvesna neprijatnost	100 000	10 ⁻⁷	Tih razgovor (na rastojanju od 1m)
Dobro okruženje	10 000	10 ⁻⁸	Priglasna muzika sa radija
	1 000	10 ⁻⁹	Šapatanje (na rastojanju od 1 m)
	100	10 ⁻¹⁰	Tiha spavaca soba
	10	10 ⁻¹¹	Suljanje lića
Neprijatno "ušho"	Referentna vrednost	10 ⁻¹²	Anchoična prostorija

Osnovi akustike

Efekat	Odnos intenziteta zvuka (referentna vrednost)	I [W/m ²]	Tipični izvor zvuka
Ozbiljno oštećenje sluha	100 000 000 000 000	100	Lansiranje rakete u blizini lansirne rampe
Oštećenje sluha i bol	10 000 000 000 000	10	Motor mlaznjaka (na rastojanju od 25 m)
Oštećenje sluha poše kratkog izlaganja	1 000 000 000 000	1	Prag bola Sirena za vazdušni napad (na rastojanju od 5 m)
Ozbiljna opasnost od oštećenja sluha	100 000 000 000	10 ⁻¹	Koncert rok muzike uz binu
Opasnost po sluh	10 000 000 000	10 ⁻²	Užletanje mlaznjaka (300 m)
Izvesna opasnost po sluh	1 000 000 000	10 ⁻³	Bučna industrijska hala
Dejstvo na zdravlje	100 000 000	10 ⁻⁴	Telak kamion, 70 km/h (na rastojanju od 10 m)
Izvesna dejstva na zdravlje Ozbiljna neprijatnost	10 000 000	10 ⁻⁵	Automobil, 60 km/h (na rastojanju od 10 m)
Neprijatnost	1 000 000	10 ⁻⁶	Normalan razgovor (na rastojanju od 1m)
Izvesna neprijatnost	100 000	10 ⁻⁷	Tih razgovor (na rastojanju od 1m)
Dobro okruženje	10 000	10 ⁻⁸	Priglasna muzika sa radija
	1 000	10 ⁻⁹	Šapatanje (na rastojanju od 1 m)
	100	10 ⁻¹⁰	Tiha spavaca soba
	10	10 ⁻¹¹	Suljanje lića
Neprijatno "ušho"	Referentna vrednost	10 ⁻¹²	Anchoična prostorija

$$L = 20 \log \frac{P}{P_0} \text{ [dB]}$$

Test pitanja - kolokvijum

1. Podela zvučnih talasa.

- ♦ infrazvuk $v < 16$ Hz;
- ♦ čujni zvuk $16\text{ Hz} \leq v \leq 20$ kHz;
- ♦ ultrazvuk $v > 20$ kHz.

2. Prag čujnosti.

- Prag čujnosti predstavlja najniži zvučni pritisak (intenzitet zvuka) koji ljudsko uvo može da registruje. Prag čujnosti zavisi od frekvencije i predstavlja se krivom praga čujnosti.

3. Prag bola.

- Prag bola predstavlja najviši zvučni pritisak (intenzitet zvuka) koji ljudsko uvo može da registruje a da ne dođe do oštećenja organa sluha i neprijatnog osećaja bola. Prag bola zavisi od frekvencije i predstavlja se krivom praga bola.