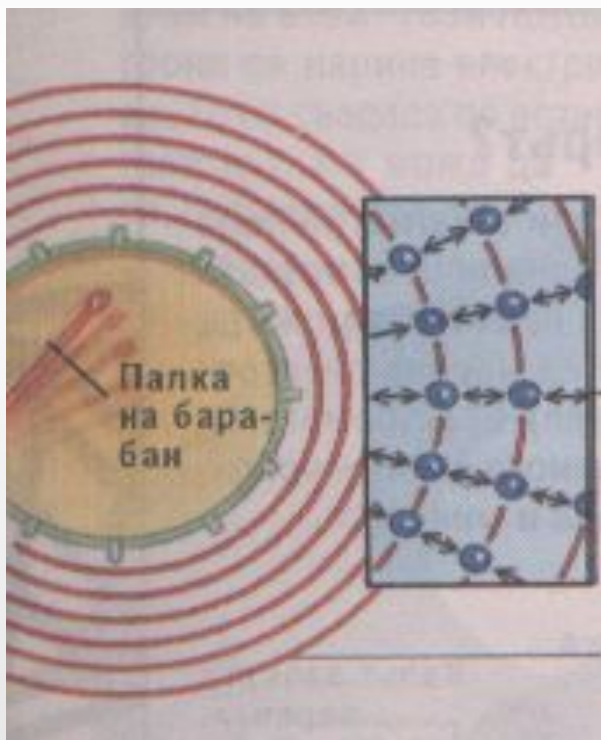


ЗВУКОВИ ВЪЛНИ

1. Възникване на звукови вълни

Звуките се образуват, когато миниатюрните частици, от които е съставен въздухът се движат бързо напред и назад.

Това движение се нарича трептене.



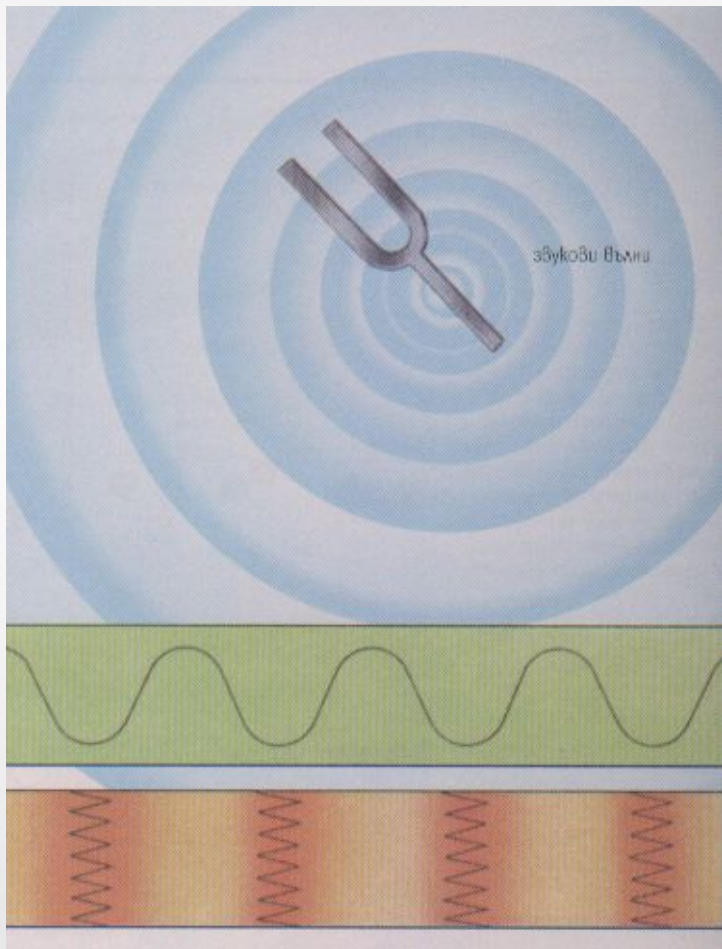
Когато удряте по барабана, кожата въбрира и се сблъсква с въздушните частици.

Въздушните частици се удрят в съседните въздушни частици.

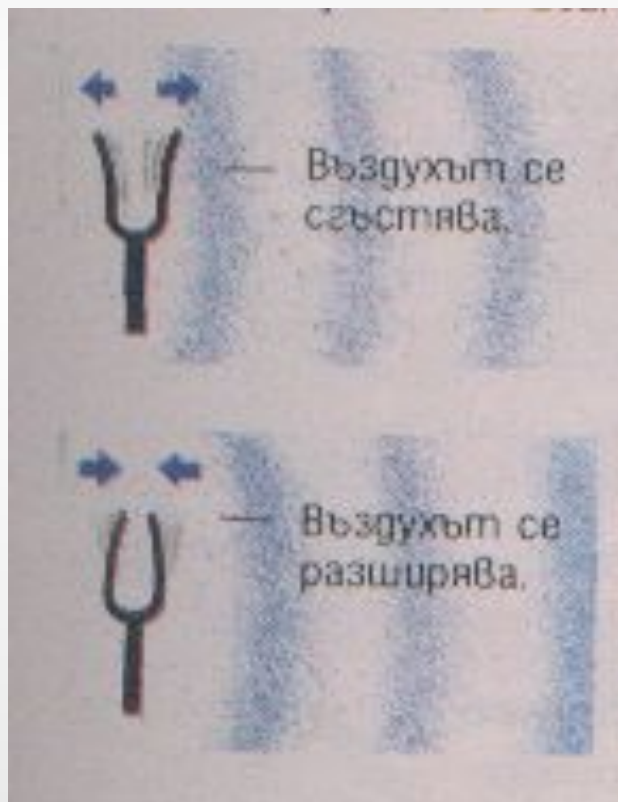
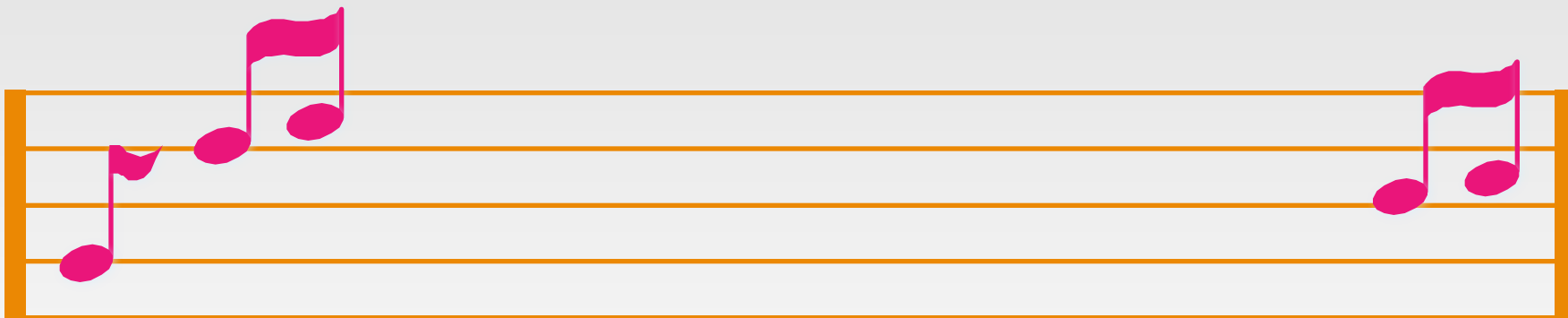
Звукът се движи като вълни от трептящи частици.

Вълните се разпространяват в разширяващ се кръг.

Камертон



- **Уред за установяване на точната височина на тона.**
- **Използва се при настройване на музикални инструменти.**
- **Открит е от англичанина Шоърт през 1711 г.**



Ако ударите камертона, той започва да трепти бързо издавайки звук с определена височина. Когато рамената на камертона се отклоняват навън, те оказват натиск върху въздуха, който е в непосредствена близост, създавайки по-високо налягане. Когато трептенето е с посока навътре, околния въздух се разширява и налягането му се понижава.



2. ЗВУКОВИ ВЪЛНИ

Механични трептения (вълни) с честота от **17 Hz** до **20 000 Hz** могат да се възприемат от човешкото ухо и наричаме **ЗВУКОВИ ВЪЛНИ** или **ЗВУК**.

Вълни с честота под 17-20 Hz се наричат **инфразвук**.

Вълни с честота над 20 000 Hz се наричат **ултразвук**.

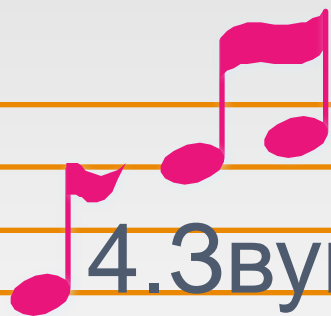


3. Източници на звук

❖ Всяко тяло, което трепти и създава в околната среда звукови вълни се нарича **източник на звукови вълни**. Те са:

- a) Източници работещи на собствени честоти – камертони, струни, въздушната струя в духови музикални инструменти.
- b) Източници работещи на принудени честоти – акустични прибори, които възпроизвеждат или възприемат звукове (високоговорители и микрофони).





4. Звукови вълни в различни среди

- Условие за предаване на звукови вълни е да има среда между източника и приемника.
- В **твърда** среда звуковите вълни могат да бъдат **напречни** и **надлъжни**.
- В **течна** и **газова** среда те са само **надлъжни**.
- Във **вакуум** звукови вълни **не** могат да се разпространяват.
- Шуплести и меки материи (дунапен, вата, завеси...) провеждат лошо звука и се използват за звукова изолация.



5. Скорост на звука

Среда	Скорост на звука (m/s)
Въздух (0 C)	331
Въздух (20 C)	343
Водород (0 C)	1286
Кислород (0 C)	317
Хелий (0 C)	972
Вода (25 C)	1493
Морска Вода (25 C)	1533
Желязо	5130
Вулканизирана Гума	54
Дърво	5000
Корк	430
Бетон	2200

- Звуковите вълни се разпространяват с крайна скорост.
$$u = \lambda \cdot v$$
- Скоростта на звуковата вълна се определя от вида и свойствата на средата, в която тя се разпространява .
- С увеличаване на температурата на средата, скоростта на звука расте.

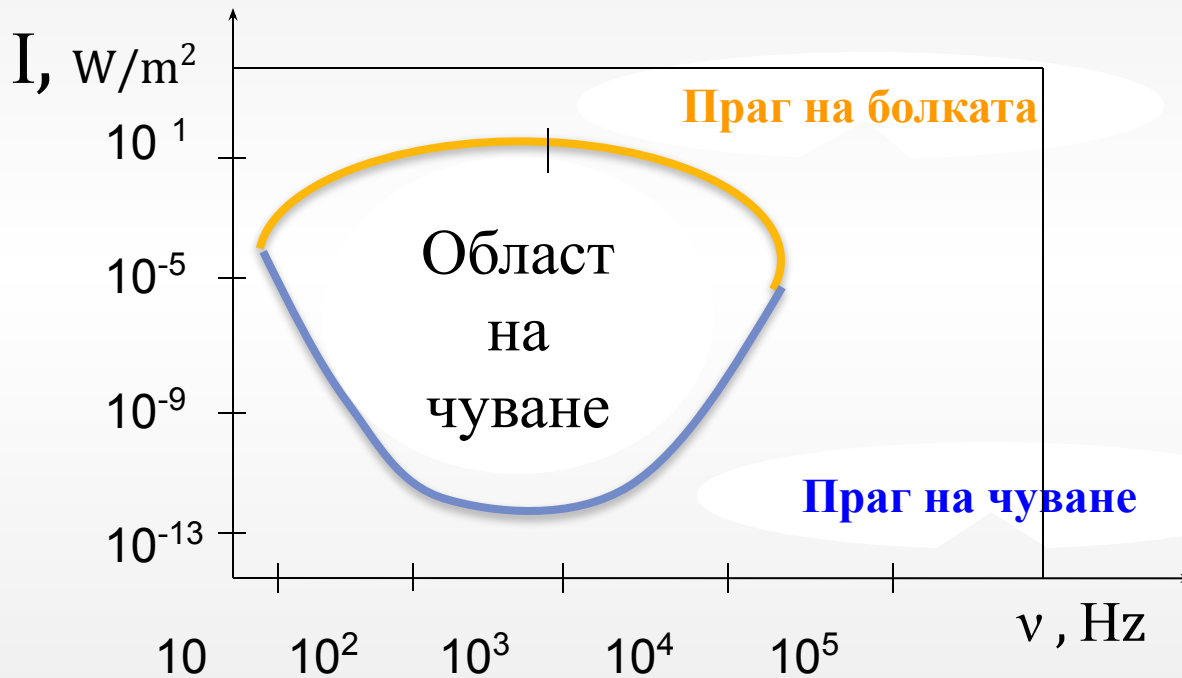
A musical staff with five horizontal lines, enclosed in a yellow border. It features several pink musical notes: a quarter note on the first line, a quarter note on the second line, a quarter note on the second space, and a quarter note on the first space. The title '6. Интензитет на звука' is centered on the staff.

6. Интензитет на звука

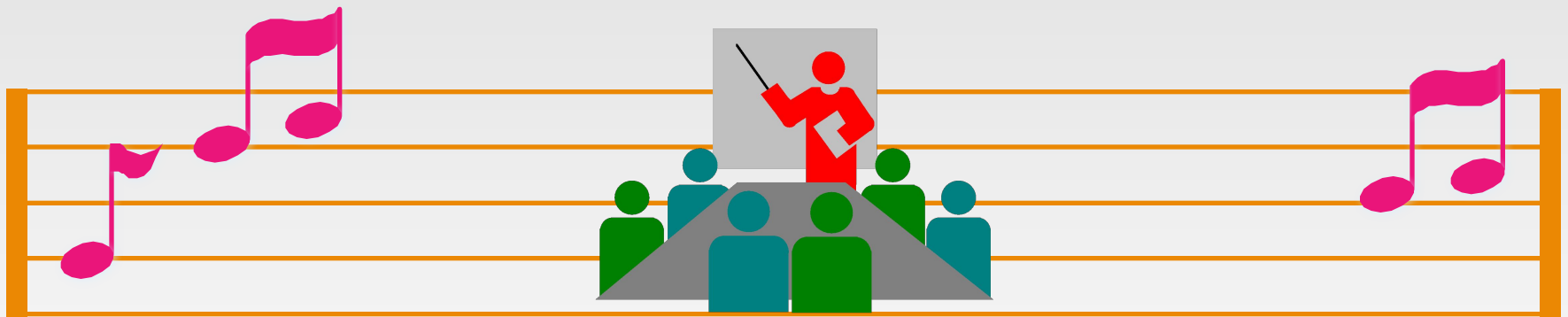
- Енергията, пренесена от звукова вълна за единица време през единица площ, разположена перпендикулярно на посоката на разпространението и е интензитет на вълната.

$$I = E / S.t \quad (\text{W/m}^2)$$

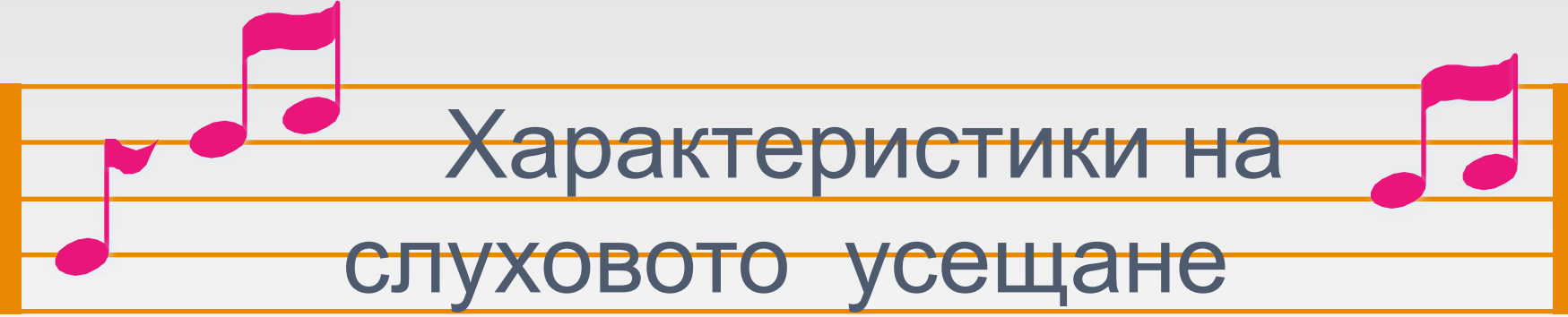
Връзка между интензитета и честотата на звука



За всяка честота на трептенията съществува най-малък интензитет, наречен **праг на чуване** и най-голям – **праг на болката**. Човешкото ухо е най-чувствително към вълните с честота от 1000 Hz до 5000 Hz.



- *Защо по време на буря виждаме светкавицата доста време преди да чуем звука от гърма?*
- *Концертът на рокзвезда се излъчва директно по радиото. Кой по-рано ще чува певеца - зрителят в концертната зала, намиращ се на 60 м от сцената, или радио- слушателят, живеещ на 2000 км от същата сцена? Радиовълните са електромагнитни, а не механични вълни и се разпространяват със скорост почти 300 000 км/сек.*
- *Във филмите посветени на дивия Запад, обикновено показват как индианците опират ухото си до релсата, ако искат да разберат, дали влакът се приближава? Защо те просто не си напругат слуха?*



Характеристики на слуховото усещане

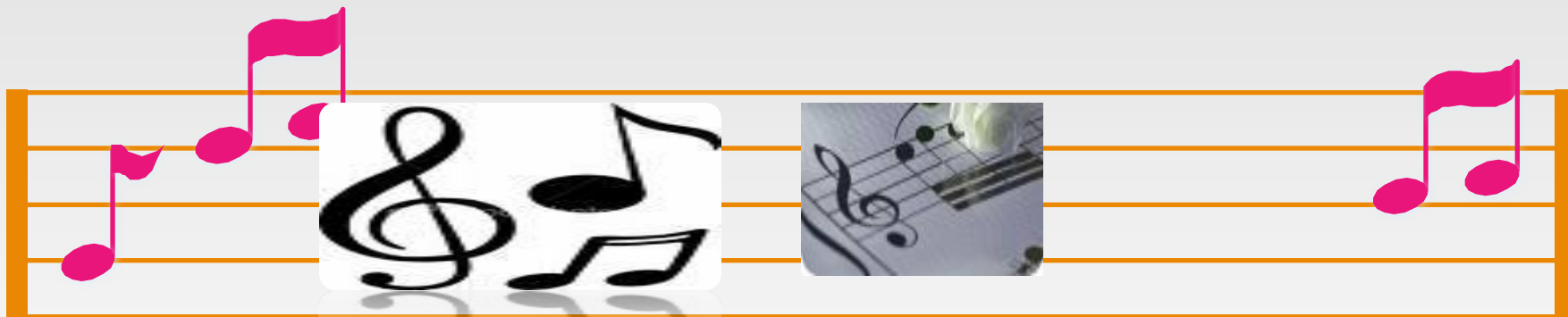
1. **Ниво на интензитета** – субективна преценка за интензитета на звуковата вълна.

Единица: бел (В);
децибел (dB);

На прага на чуване
 $I = 10^{-12} \text{ W/m}^2$, а 1В е
ниво на интензитета на
звука с $I = 10^{-11} \text{ W/m}^2$
при честота 1000 Hz.

ПРИМЕРИ:

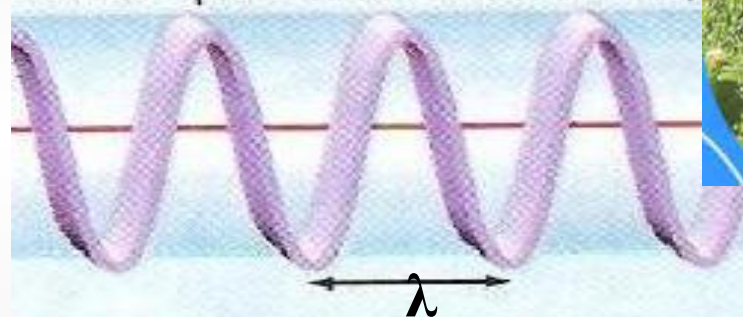
- Излитане на ракета 150-190 dB
- Излитане на реактивен самолет 120-140 dB
- Гръмотевица 95-115 dB
- Мотоциклет 70 - 90 dB
- Прахосмукачка 60 - 80 dB
- Оркестър 50 - 70 dB
- Вик 70 - 80 dB
- Разговор 30 - 60 dB
- Шепот 20 - 30 dB
- Падащ лист 20 dB
- Сърдечен шум 10 dB



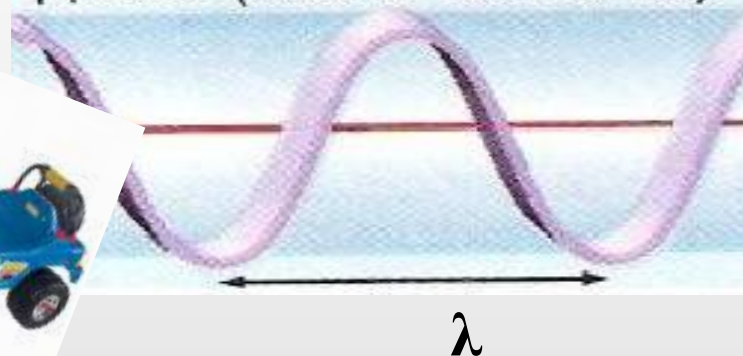
2. **Височина на тона** – физиологична характеристика съответстваща на честотата на звука.

- Височината е качество на тона, по което различаваме тонове с различни честоти.

• λ
Къса (висока честота)



Дълга (ниска честота)





- Птиците и женските гласове произвеждат много по-високи звуци от камионите и мъжките гласове.

A musical staff with five horizontal lines. On the left, there are three pink notes: a quarter note on the first line, an eighth note on the second line, and a quarter note on the second space. On the right, there are two pink notes: a quarter note on the second space and a quarter note on the second line. The title 'Честота на звука' is centered on the staff.

Честота на звука

- Звукът който чуваме при полет на насекомите се поражда от движението на техните крилца. Стайната муха за 1 секунда прави 352 махания с крилцата си, бръмбарът е по-мързелив от нея и се задоволява само с 220 махания, докато трудолюбивата пчела при свободен полет маха с крилцата си 440 пъти в секунда. Но лидер в тези сравнения е комарът с около 500 - 600 махания в секунда.
- Обърнете внимание, че съответните честоти на звука се възприемат от човешкото ухо, защото са по-големи от 20 Hz.

A musical staff with five orange lines. On the left, there are three pink notes: a quarter note on the first line, an eighth note on the second line, and a quarter note on the second space. On the right, there are two pink notes: a quarter note on the second space and a quarter note on the second line. The title 'Честота на звука' is written in the center of the staff in a grey, sans-serif font.

Честота на звука

- Спектър на вълната – съвкупност от насложени голям брой хармонични вълни с различни честоти и амплитуда.

- В зависимост от честотния спектър звуковете биват:
 1. Тонални(музикални);
 - Основен тон – има най -малка честота (ν_0) и най-голям интензитет (I_{\max}).
 - Обертонове - тонове с $> \nu$, кратна на (ν_0) и $<$ интензитет.
 - Тембър – качеството, по което отличаваме тонове с еднаква височина.
 2. Шумове.



Шум.

- Шумът е нехармонична звукова вълна.
- Шумовете са звукове с безпорядъчни трептения от различно естество.
 - Краткотраен – тракане, вик, взрив, изстрел, чукане ...
 - Продължителен – от работещи машини, двигатели, уредби, радио, TV, ел.домакински уреди, превозни средства...
- Шум с ниво на интензитета:
 - 50 dB - дразни и отвлича вниманието;
 - над 70 dB трудно се понася;
 - 85-115 dB може да предизвика увреждания.

Въздействие на шума.

- Вредно:
- От отслабване чувствителността на ухото до частична или пълна загуба на слуха.
- Бърза умора;
- Понижава работоспособността;
- Нервни заболявания;
- Сърдечни заболявания

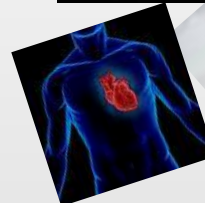
...

*



Въздействие на шума.

- **Полезно:**
- Успокояващо – прибоя на вълните, шумолене на гората, ромон на ручей...
- В техниката – по шума на двигателите се откриват неизправности; откриване и проследяване на подводници;
- В медицината – изследва се работата на сърцето, дихателните органи, развитието на плода в утробата на майката
- Акустика, радиотехника ...



A musical staff with five lines, rendered in orange. On the left side, there are three pink notes: a quarter note on the first line, a quarter note on the second line, and a half note on the third line. On the right side, there are two pink notes: a quarter note on the second line and a half note on the third line. The title "Музикална гама" is centered on the staff in a grey, sans-serif font.

Музикална гама

- Музикалната гама, класифицираща тоновете по тяхната височина, е доста древно откритие на човека. Още през 6 век пр.н.е. гръцкият мислител и математик Питагор е открил връзката между дължината на трептящата струна и височината на пораждания от нея тон, достигайки чрез съответната закономерност до понятието „музикална гама“. 22 века по-късно английският гений Нютон обяснява механизма на образуване и разпространение на звука.



Музикална гама

Музикален

Честота - Hz

ТОН

I октава

II октава

До

261,6

523,2

Ре

293,7

587,3

Ми

329,6

659,2

Фа

349,2

698,4

Сол

391,9

783,8

Ла

440,0

880,0

Си

493,8

987,6

A musical staff with five horizontal lines. On the left, there are three pink notes: a quarter note on the first line, a quarter note on the second line, and a quarter note on the second space. On the right, there are two pink notes: a quarter note on the second space and a quarter note on the second line. The word "Резонанс" is written in the center of the staff in a grey, sans-serif font.

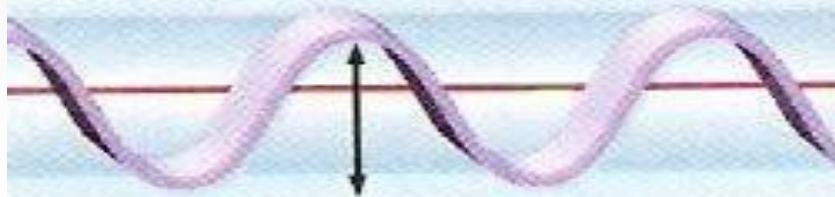
Резонанс

Знаменития тенор Енрико Карузо можел да разбие на парчета чаша от качествено стъкло изпявайки и задържайки за известно време определен тон.

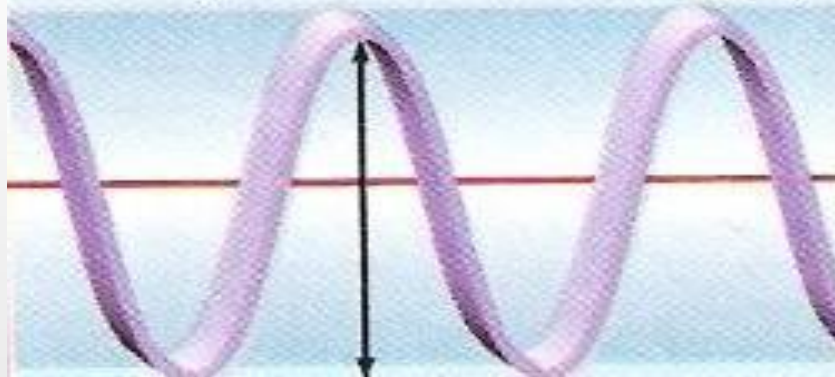
Това е възможно когато тонът има честота, равна на собствената честота на трептене на чашата. Тогава звукът силно се поглъща и в чашата възникват резонансни трептения с голяма амплитуда.

Сила на звука

Тих (ниска амплитуда)



Висок (Висока амплитуда)



- Силата на звука зависи от височината на вълната наречена амплитуда. Тихите звуци имат по-ниска амплитуда от високите



*

A decorative header featuring a musical staff with five horizontal lines. On the left, there are three pink musical notes of varying heights. On the right, there are two pink musical notes. The title 'Ниво на интензитета' is centered on the staff in a grey, sans-serif font.

Ниво на интензитета

- Човешкото ухо се характеризира с долен и горен праг на чуване. То долавя звукове, чиито интензитети могат да се различават хиляда милиарда пъти! Затова по-често за характеризиране на силата на звука се използва величината ниво на интензитета, която се измерва в децибели (dB). Звук, чийто интензитет е десет пъти по-голям от долния праг на чуване има ниво на интензитета 10 dB. Ако интензитета на звука нарастне десет пъти, нивото на звука се увеличава с 10 dB. *На прага на болката съответства ниво на интензитета 120 dB.*

A musical staff with five horizontal lines, colored orange. On the left side, there are three pink notes: a quarter note on the first line, a quarter note on the second line, and a quarter note on the second space. On the right side, there are two pink notes: a quarter note on the second space and a quarter note on the second line. The title 'Тембър на звука' is centered on the staff in a grey font.

Тембър на звука

- Тонът, издаван от различните музикални инструменти, може да бъде един и същ, но звученето на този тон е едно за цигулката и съвсем друго за китарата. Причината за това е в тембъра на звука, който се определя от наслагването към основния тон на вълни с кратни честоти, наречени обертонове и пораждани от същия източник на звук. Например ако честотата на основния тон е V , честотата на обертоновете е $2V$, $3V$ и т.н.

Симфоничен оркестър

Класическият симфоничен оркестър включва:

- струнна група: цигулки, виоли, виолончели, контрабаси
- духови инструменти: флейта, обой, тромпет, тромбон
- ударни инструменти: тимпани, гонг, лира-звънчета, тъпан



A musical staff with five horizontal lines. On the left, there are three pink notes: a quarter note on the first line, an eighth note on the second line, and a quarter note on the second line. On the right, there are two pink notes: a quarter note on the second line and a quarter note on the second line. The word "Акустика" is written in the center of the staff in a grey, sans-serif font.

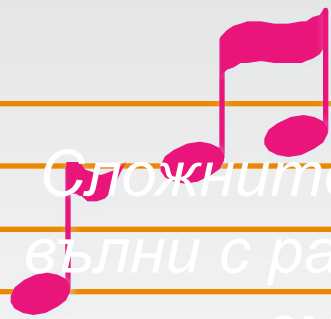
Акустика

- Постепенно учените са навлизали в тайните на звука, овладявали са законите, на които той се подчинява, и така се ражда науката за звука.
- Акустиката е много важна за строителството на много зали, защото е трудно без специално проектиране за да се построи зала с добро звучене, в която звукът да се чува във всяко ъгълче.

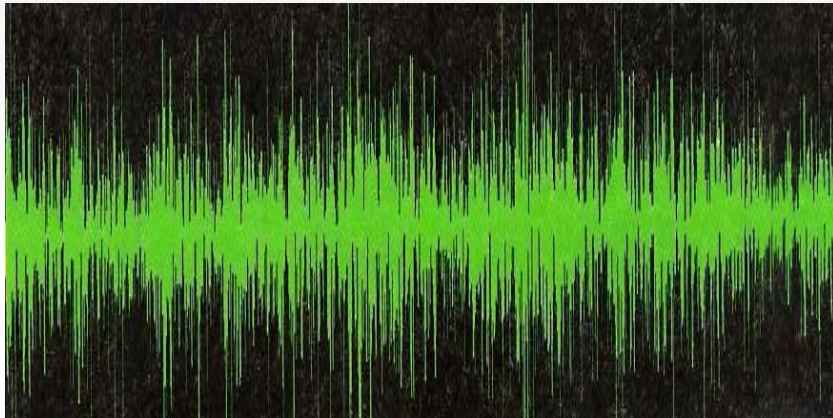
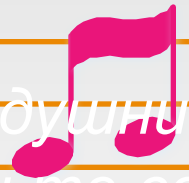


Шум

- Повечето от звуците, които съпътстват живота на човек, нямат нищо общо с музикалния звук, с пеенето на птиците, с говора между приятели, и се възприемат от човешкото ухо като шум. Всъщност шумът се образува от произволното наслагване на много звукови вълни с най-различни честоти.
- Медицинските изследвания доказват, че шумът намалява трудоспособността на човека и усилва умората му.
- Силните шумове с високи честоти, могат да предизвикат увреждания на слуха и нервната система.

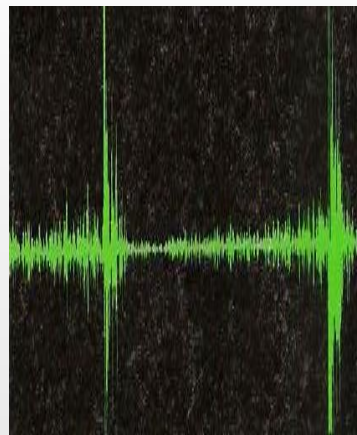


Сложните, богати звуци включват хиляди въздушни вълни с различни амплитуди и дължини. Всички те се смесват, създавайки сложна графика.

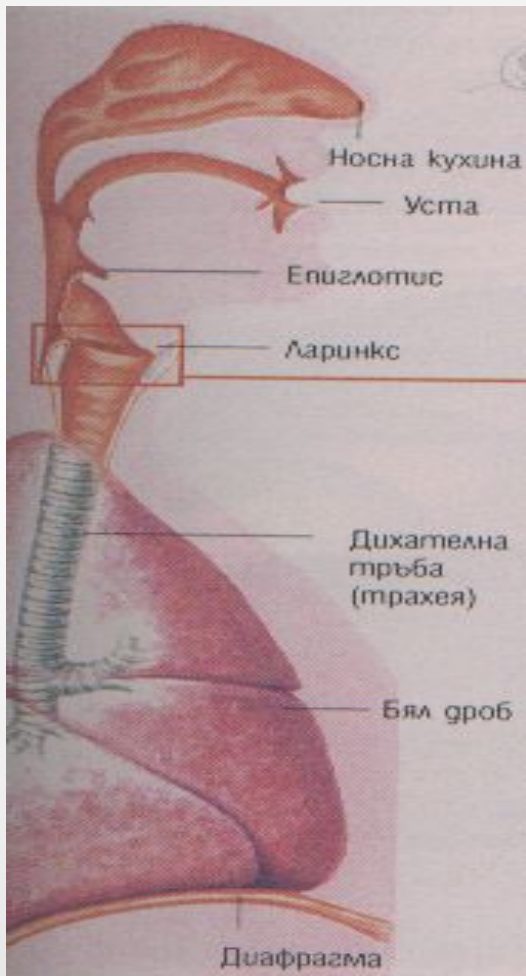


Графиката на три различни звука:

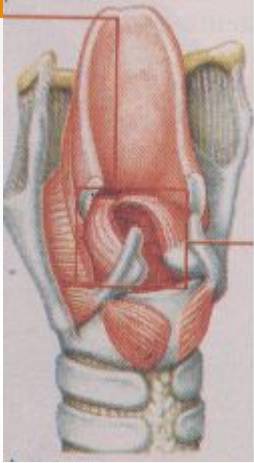
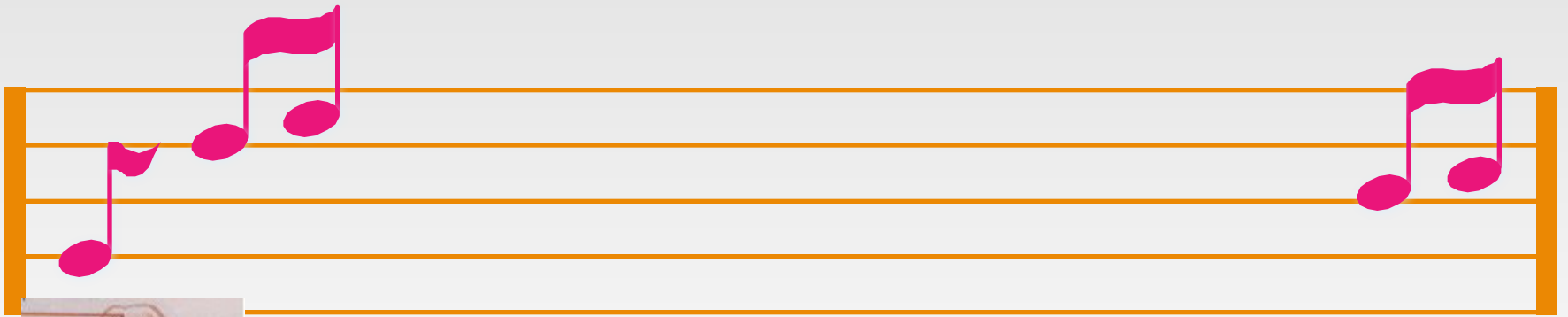
- От симфоничен оркестър,
- От думата “Хелоу”,
- От две пляскания с ръце.



Човешки глас



Човекът произвежда звук който наричаме глас, когато въздушна струя от белите дробове минава през гласните струни. Дали гласът е висок или нисък, зависи от това колко бързо трептят гласните струни. Диафрагмата контролира притока на въздух от белите дробове и към тях. Мускулите, движещи устата моделират произвеждания от гласните струни звук в разпознаваема реч. Носните кухини, гърлото и гръдният кош подпомагат звуковия резонанс.



- Когато човек говори или пее, гласните струни са затворени. При издишване въздушната струя ги кара да трептят и да произвеждат звук.

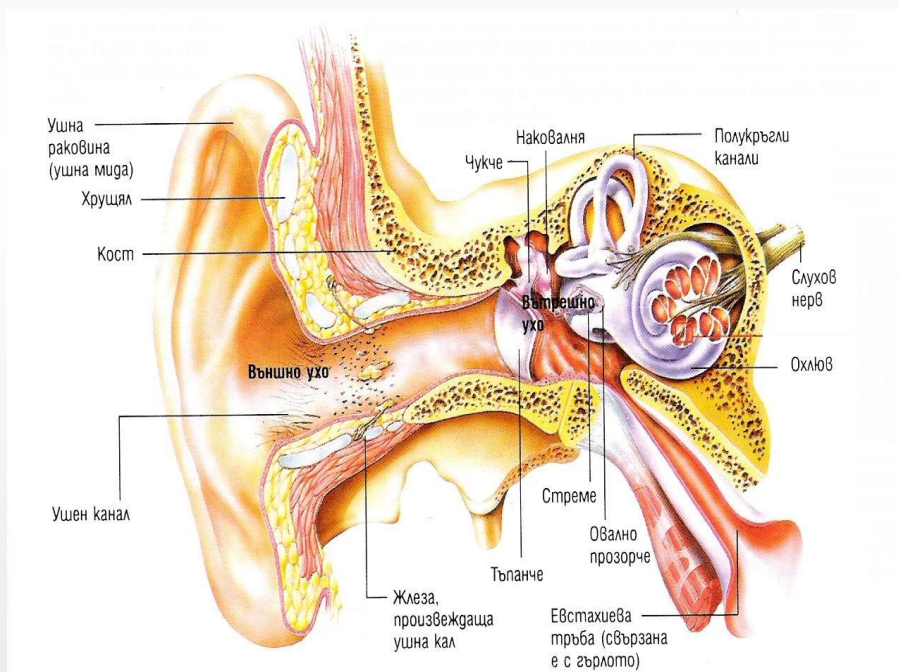


- Когато са отпуснати гласните струни произвеждат звук с ниска честота.



- Когато са стегнати, гласните струни произвеждат звук с висока честота.

Възприемане на звука



- Ушите улавят вибрации във въздуха и ги превръщат в електрически сигнали, които се изпращат в мозъка.

A decorative header featuring a five-line musical staff in orange. On the left, there are three pink musical notes: a quarter note on the first line, a quarter note on the second line, and a quarter note on the second space. On the right, there are two pink musical notes: a quarter note on the second space and a quarter note on the second line. The title "Възприемане на звука" is centered over the staff in a large, grey, sans-serif font.

Възприемане на звука

- Кортиевия орган превръща механичните трептения на власинките в нерни сигнали и ги предава за части от секундата по слуховия нерв до мозъчната кора. Там сигналите се анализират по сила и честота и се сравняват със “звуквите отпечатъци” в паметта. Ако звукът идва странично, вълните достигат до по-близкото ухо части от секундата, преди да стигнат другото. Мозъкът улавя тази малка разлика и така определя откъде идва звука.

A decorative header featuring a five-line musical staff with orange lines. On the left, there are three pink musical notes: a quarter note on the first line, a quarter note on the second line, and a half note on the third line. On the right, there are two pink musical notes: a quarter note on the second line and a half note on the third line. The text "Знаете ли, че..." is centered on the staff in a grey, sans-serif font.

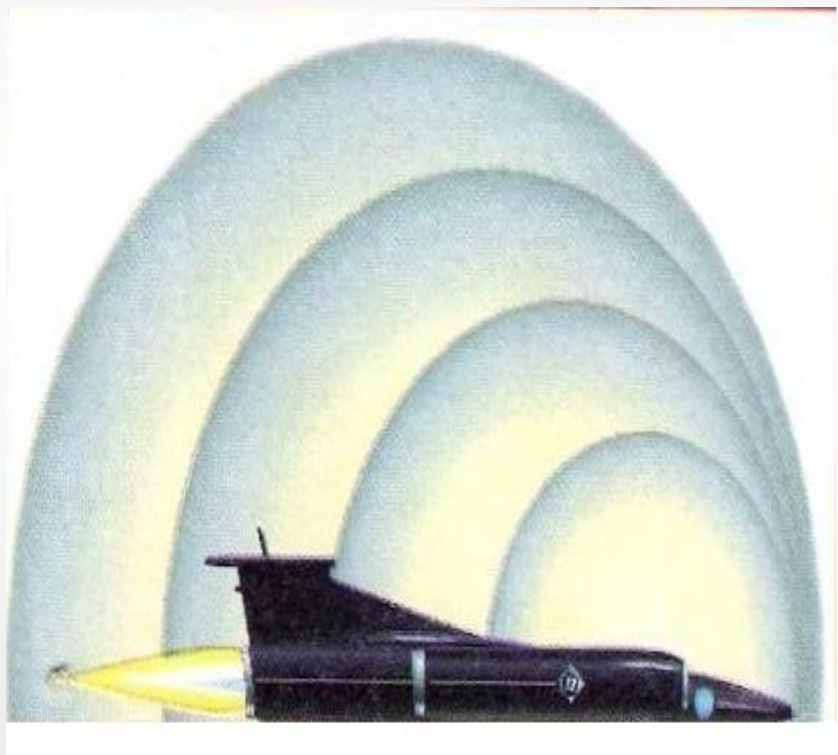
Знаете ли, че...

Не всички животни чуват звуците така както вие ги чувате:

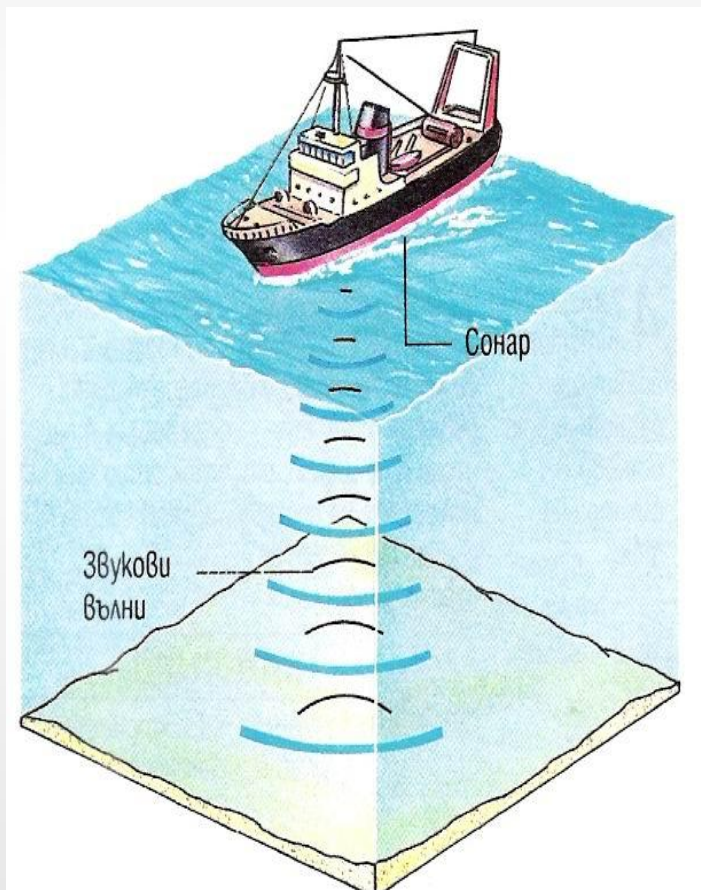
- Скакалците “чуват” с краката си, размахвайки ги във въздуха за да познаят от къде идва звукът.
- Змиите нямат уши, затова не могат да чуват звуци от въздуха. Те улавят ниските звуци от земята.
- Рибите чуват през тялото си.
- Жабите могат да чуват само звуци с ниски честота - под 5000 Hz.

A musical staff with five orange lines. On the left, there are three red eighth notes. On the right, there are two red eighth notes. The text "Свѣрхзвукова скорост" is written across the middle of the staff in a dark blue, sans-serif font.

Свѣрхзвукова скорост



Ултразвукова локация

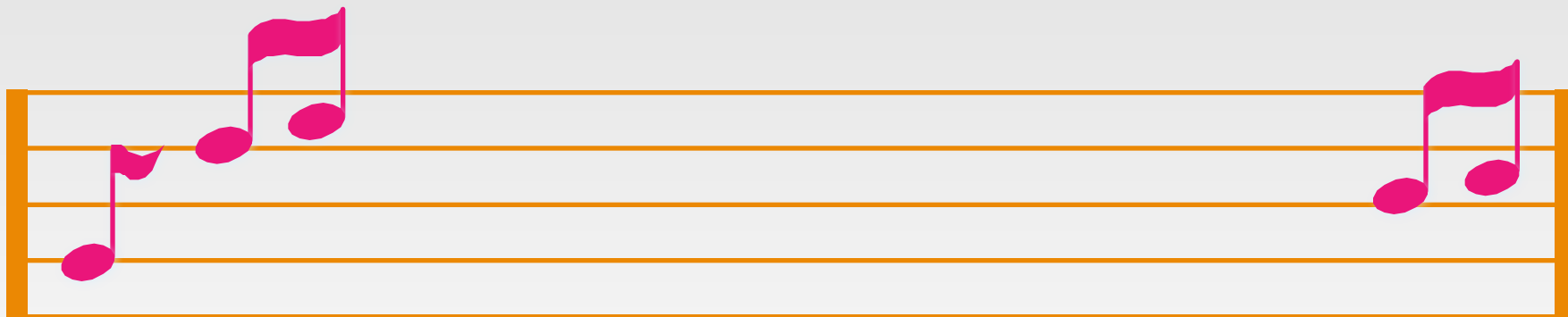


- Принципа на действие на ултразвуковия локатор (сонар) се основава на отражението на ултразуковите вълни. Чрез УВ локация се изследва релефа на морското дъно. Откриват се подводни лодки, рибни пасажии, айсберги и др.

Прилеп



- Ултразвуковата локация ориентира при движението в търсенето на храна. Прилепът генерира ултразвукови импулси с честота между 20 kHz и 100 kHz.



КРАЙ