

# Механические волны

Возмущения, распространяющиеся в пространстве с течением времени, называются **волнами**.



Механические

Электромагнитные

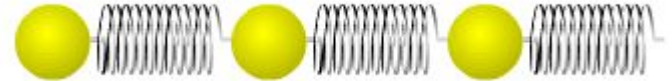
Если тело находится в упругой среде, то колебательное движение деформирует эту среду. Из-за взаимодействия соседних частиц среды деформация передается от одних участков к другим. Это и есть волна.



# Волна

Продольная

Поперечная



Волна, в которой колебания частиц среды и распространение возмущения происходят в одном направлении, называется **продольной**.

Такие волны могут распространяться в любых средах - твердых, жидких и газообразных.

Волна, в которой частицы среды колеблются перпендикулярно направлению распространения возмущения, называется **поперечной**.

Поперечные волны могут существовать только в твердых телах.



**Основное свойство** всех волн независимо от их природы состоит в переносе ими энергии без переноса вещества.

Волны, наблюдаемые в природе, нередко переносят огромную энергию и являются причиной разрушения. Например, морские волны, а особенно цунами, обладают большой мощностью.

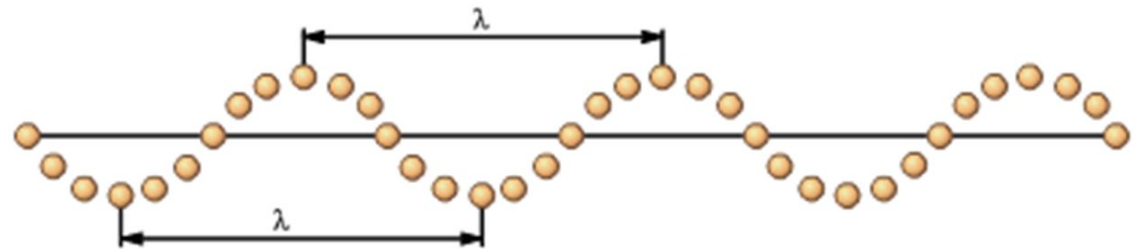
Сейсмические волны распространяются в земной коре при землетрясениях или мощных взрывах.



# Характеристики волны

**Длиной волны** называется расстояние, на которое распространяется волна за время, равное периоду колебания в ее источнике.

$$\lambda = vT$$



$$[\lambda] = [\text{м}]$$

Зная что  $T = \frac{1}{\nu}$  получаем

$$\lambda = \frac{v}{\nu}$$



**Скорость волны** - это скорость распространения колебаний.

Скорость распространения волны и длина волны зависят от среды, в которой они распространяются.

Наибольшая скорость распространения волн в твердых телах, наименьшая - в газах.

$$v = \lambda \nu$$



## Решение задач

- 1) По поверхности воды в озере волна распространяется со скоростью  $6 \text{ м/с}$ . Каковы период и частота колебаний бакена, если длина волны  $3 \text{ м}$ ?
- 2) Рыболов заметил, что за  $10 \text{ с}$  поплавков совершил на волнах  $20$  колебаний, а расстояние между соседними гребнями волн  $1,2 \text{ м}$ . Какова скорость распространения волн?





# **Звуковые волны**

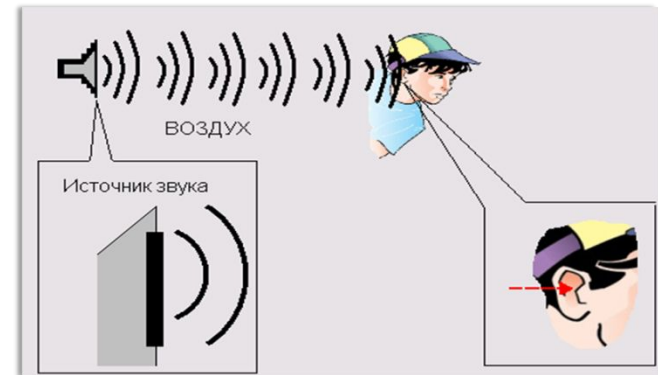
**Характеристики звука**

Любое тело, колеблющееся со звуковой частотой, создаёт в окружающей среде **звуковую волну**.

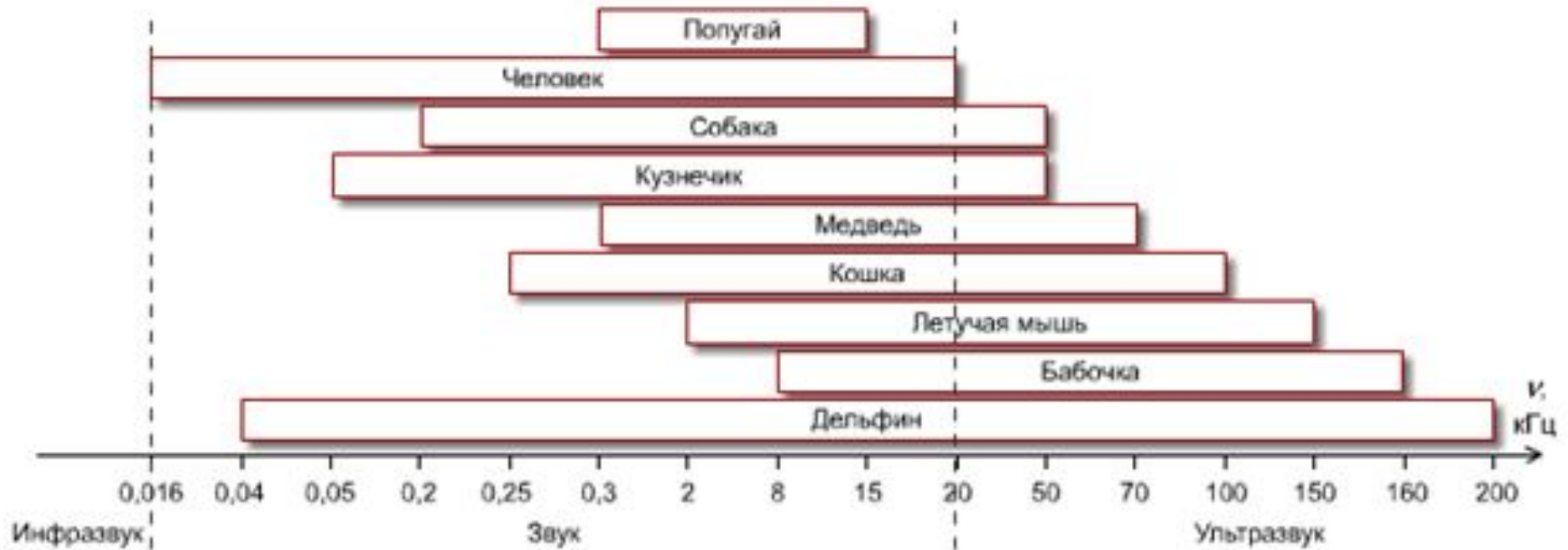
☺ *Что же необходимо для возникновения звука?*

1) **Существование источника звука**

- **Слышимые человеком звуки:**  
16 – 20 000 Гц (звуковые волны)
- **Меньше 16 Гц - инфразвук**
- **Больше 20 000 Гц – ультразвук.**



# Диапазоны частот, воспринимаемые различными животными



2) Имеется упругая среда между приёмником и источником звука.

Звуковые волны в вакууме не распространяются



*Роберт Бойль в 1660 году поместил часы в стеклянный сосуд. Откачав воздух, он не услышал звука.*

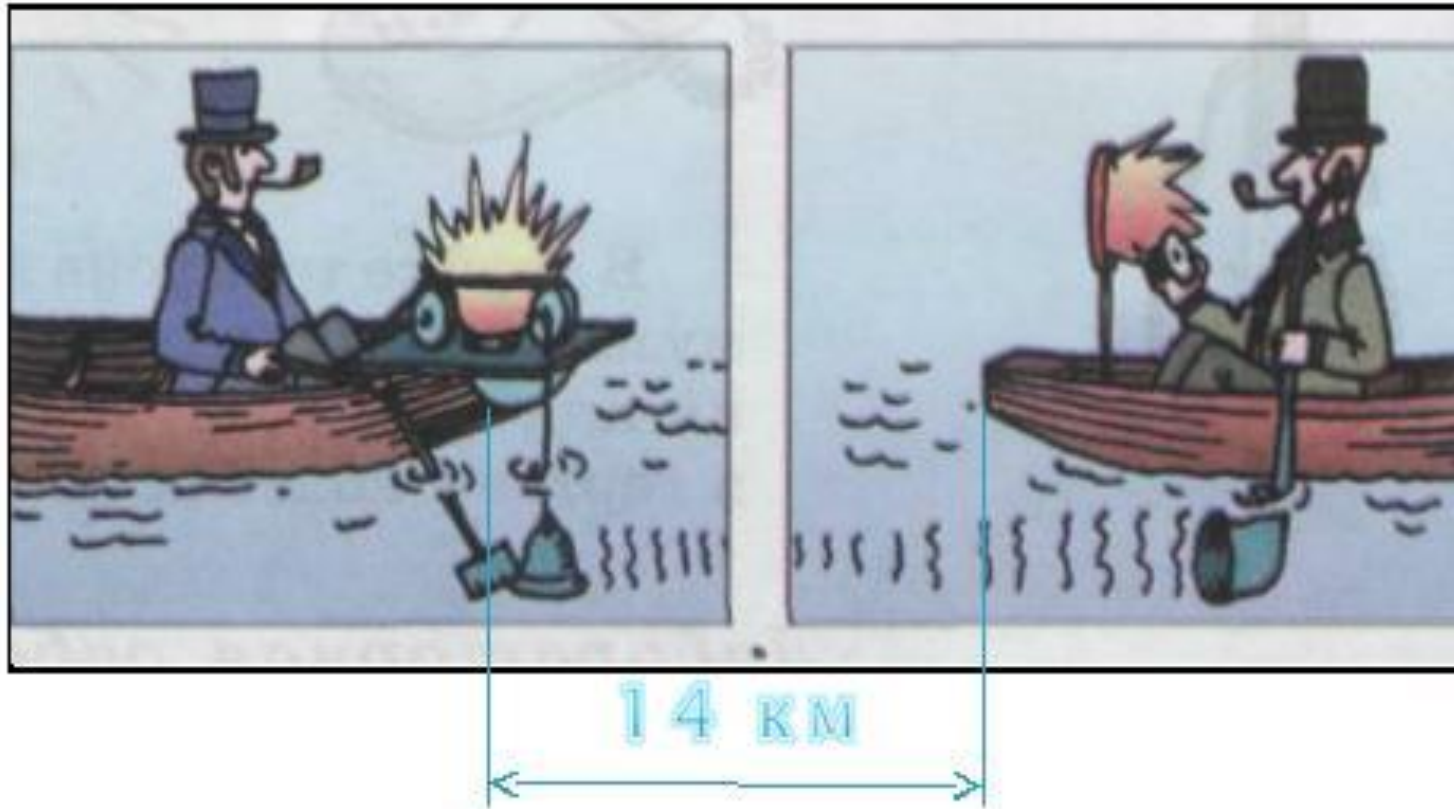
$$\lambda = vT$$

# Звук в газе

Скорость звука в воздухе впервые измерил французский ученый Марен Мерсенн в 1646 г. При температуре  $+20^{\circ}\text{C}$  она равна  $343\text{ м/с}$ , т. е.  $1235\text{ км/ч}$ .

*Так, при температуре  $0^{\circ}\text{C}$  скорость звука в водороде  $1284\text{ м/с}$ , а в углекислом газе —  $259\text{ м/с}$ .*

# Звук в жидкости

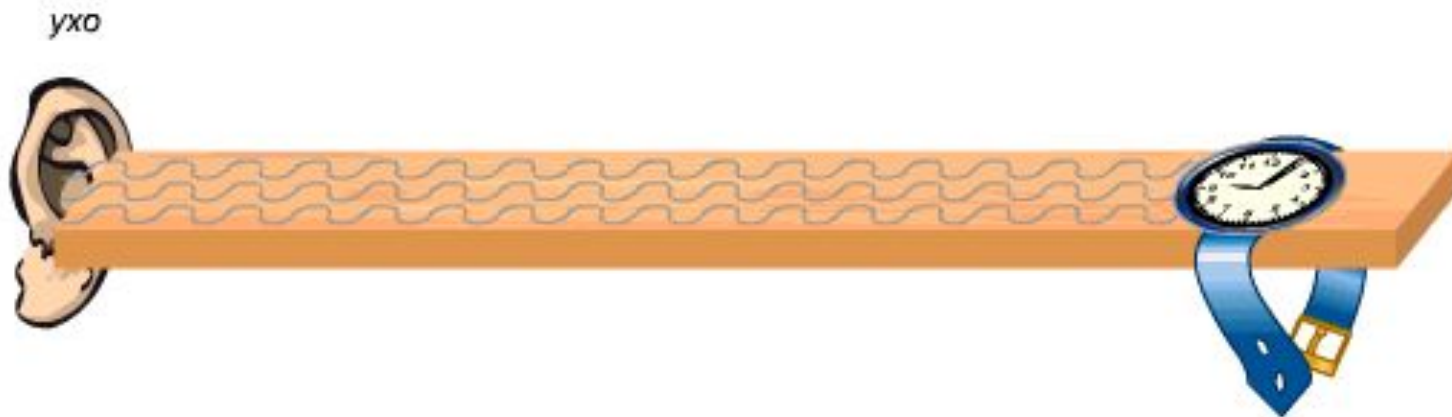


При  $t = 8^{\circ}\text{C}$   
 $v = 1435 \frac{\text{v}}{\text{c}}$

Скорость звука в воде была измерена в 1826 г. Ж.  
Колладоном и Я. Штурмом  
Опыты проводились на Женевском озере в Швейцарии.

## Звук в твёрдом теле

Здесь следует учитывать, что в твердых телах могут распространяться как продольные звуковые волны, так и поперечные. Скорость этих волн, как мы знаем, различна. Например, в стали поперечные волны распространяются со скоростью 3300 м/с, а продольные — со скоростью 6100 м/с.





3) Мощность звуковых волн должна быть достаточной для получения ощущения звука у человека.

## Характеристики звука



<i>Объективные</i>	<i>Субъективные</i>
Частота	Громкость
Скорость звука	Высота
Интенсивность, тембр звуча	

**Громкость** звука определяется **амплитудой** колебаний.

Человеческое ухо способно воспринимать звуки интенсивностью от  $10^{-12} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$  (порог слышимости) до  $1 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$  (порог болевого ощущения).

Уровень громкости выражается в беллах или децибеллах.

Санитарная норма: 30 – 40 дБ – это громкость спокойной тихой речи.

Обычный разговор: 60 – 70 дБ

Реактивный самолёт: 140 дБ ( $100 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ )

Рок музыка в закрытом помещении: 120 дБ ( $1 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ ).

☺ *При полёте большинство насекомых издают звук. Как это происходит?*

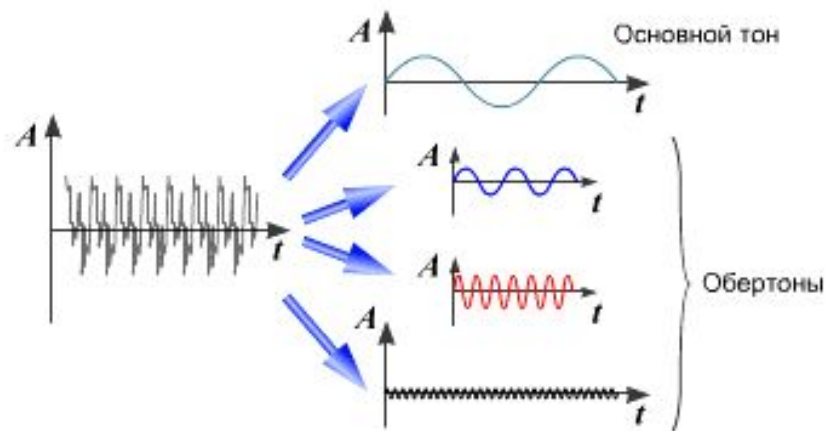
☺ *Кто чаще машет крылышками при полёте – комар или шмель?*

**Высота** звука зависит от **частоты** колебаний: чем больше частота, тем выше звук.

Наилучшая чувствительность уха человека: 1 – 5 кГц.

# Диапазон частот, соответствующий голосу певца

Голос	Частота, Гц
Бас	80 – 400
Баритон	110 – 400
Тенор	150 – 500
Контральто	200 – 700
Сопрано (колоратурное)	250 - 1400



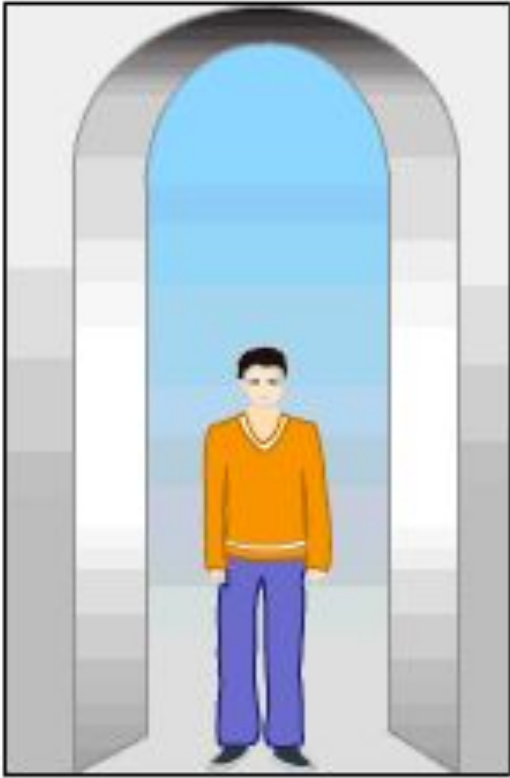
Основной тон и обертоны сложного звука

## Разновидности звука

<i>Вид звука</i>	<i>Особенности звука</i>
Музыкальный тон	Одно гармоническое колебание; звук без оттенка
Музыкальный звук	Периодическое колебание; результат сложения нескольких колебаний; звук с оттенком
Шум (ветер, шелест, стук)	Долговременные, но не периодические составные звуки
Удар (грохот, удар барабана)	Колебания затухающие, непериодические

## ☺ *Что такое эхо?*

**Эхо** — это звуковые волны, отраженные от какого-либо препятствия (зданий, холмов, леса и т. п.) и возвратившиеся снова к источнику.



## Механические колебания и волны

7	Длина волны	$\lambda$	м	
8	Скорость волны - звука в воздухе: - звука в воде: - звука в металле:		м/с	
9	Расстояние до объекта		м	

- 3) Длина звуковой волны в воздухе для самого низкого мужского голоса достигает 4,3 м, а для самого высокого женского голоса 25 см. Найти частоты колебаний этих голосов.
- 4) Во время грозы человек услышал гром через 15 с после вспышки молнии. Как далеко от него произошел разряд?
- 5) Частотный диапазон рояля от 90 до 9000 Гц. Найти диапазон длин звуковых волн в воздухе.
- 6) Расстояние до преграды, отражающей звук, 68 м. Через какое время человек услышит эхо?



[http://fizmat.by/kursy/kolebanija\\_volny/majatniki](http://fizmat.by/kursy/kolebanija_volny/majatniki)

