



# ЗВУКОВЫЕ ВОЛНЫ

# ТЕОРИЯ

**6 ВОЛНЫ** — распространение колебаний от точки к точке (от частицы к частице) в пространстве с течением времени

Причины возникновения механических волн

- 1) упругая среда (частицы среды взаимодействуют за счет сил упругости)
- 2) инертность частиц

Волны и энергия

Вместе с колебаниями волной переносится и энергия колебаний ( $E$ ), хотя сами носители этой энергии, колеблющиеся частицы, с волной не переносятся

Волна является переносчиком энергии ( $E$ )

## 7 ПОПЕРЕЧНЫЕ И ПРОДОЛЬНЫЕ ВОЛНЫ

Поперечные	это волны, в которых частицы среды колеблются перпендикулярно направлению волны	Продольные	это волны, в которых частицы среды колеблются вдоль направления распространения волны
------------	---	------------	---

деформация сдвига в твердых телах, на поверхности жидкости

деформация сжатия в газах, жидкостях, твердых телах §42 рис. 6.5.

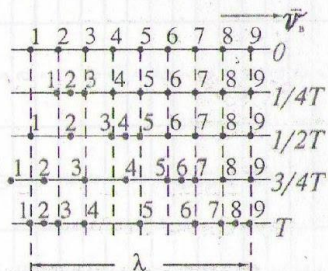
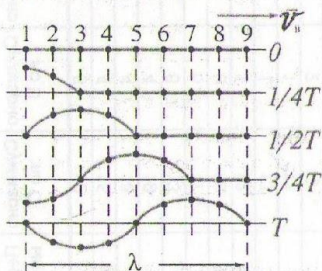
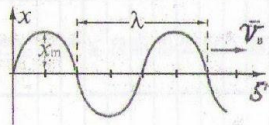


График волны:



$\lambda$  — длина волны  
 $v$  — скорость волны  
 $x_m$  — амплитуда колебаний точек

## 8 ДЛИНА ВОЛНЫ

$$\lambda [м]$$

это кратчайшее расстояние между двумя ближайшими точками, колеблющимися в одинаковой фазе (это расстояние, на которое распространяется колебательное движение в упругой среде за один период)

Скорость волны

$$v [м/с]$$

скорость перемещения точки, в которой колебание имеет определенную фазу (скорость перемещения «гребня» или «впадины»)

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

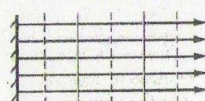
$v$  — зависит от свойств среды

$\nu(T)$  — зависит от источника волны

## 9 ВОЛНЫ В СРЕДЕ

$$(E \sim x^2 m)$$

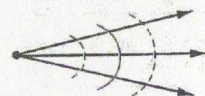
Плоская волна §46 рис. 6.12



$$E = \text{const}$$

**Волновая поверхность** — геометрическое место точек, колеблющихся в одинаковой фазе

Кольцевая волна



$$E \sim \frac{1}{r}$$

**Волновой фронт** — геометрическое место точек, до которых доходят колебания к моменту времени  $t$  «фронт» волны.

**Луч** (→)

— линия, перпендикулярная волновой поверхности (эта линия показывает направление распространения волны)

Сферическая волна



$$E \sim \frac{1}{r^2}$$

**При переходе волны из одной среды в другую**

- частота колебаний ( $\nu$ ) сохраняется
- скорость ( $v$ ), длина волны ( $\lambda$ ) изменяются

## 10 ЗВУКОВЫЕ ВОЛНЫ

**Звук** — продольная механическая волна определенной частоты

инфра-звук  $\leftarrow \nu < 16 \text{ Гц} \rightarrow 20000 \text{ Гц} \rightarrow$  ультра-звук

$$v_{\text{звука в воздухе}} \approx 330 \text{ м/с}$$

**Высота звука** — определяется его частотой

**Громкость** — определяется амплитудой

**Акустический резонанс:** звуковые волны могут вызвать вынужденные колебания в системах. При  $\nu_{\text{звук}} = \nu_0$  возникает резонанс

**Акустика – это раздел  
физики, занимающийся  
изучением звука, его  
свойств и звуковых  
явлений.**

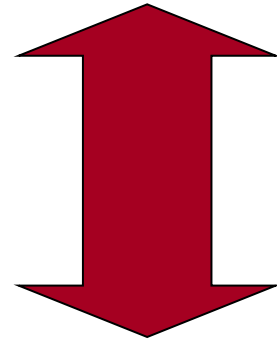
**Основным объектом  
изучения акустики  
является звук.**





**Звук – это то,  
что слышит**

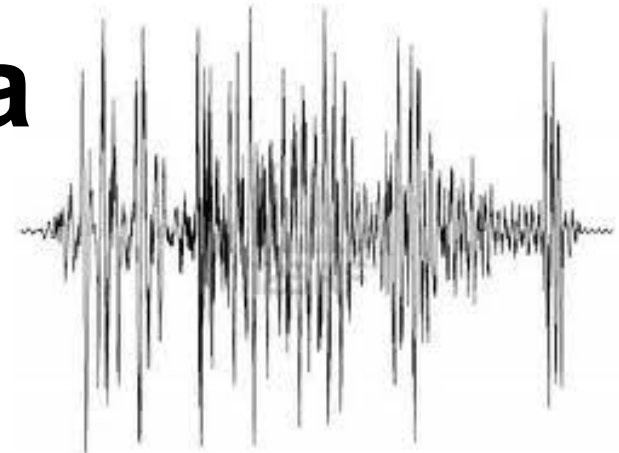
**биология**



**ухо**

**физика**

**Звук – это  
механическая волна  
определенного  
диапазона частот**





# ЧАСТОТА ЗВУКА

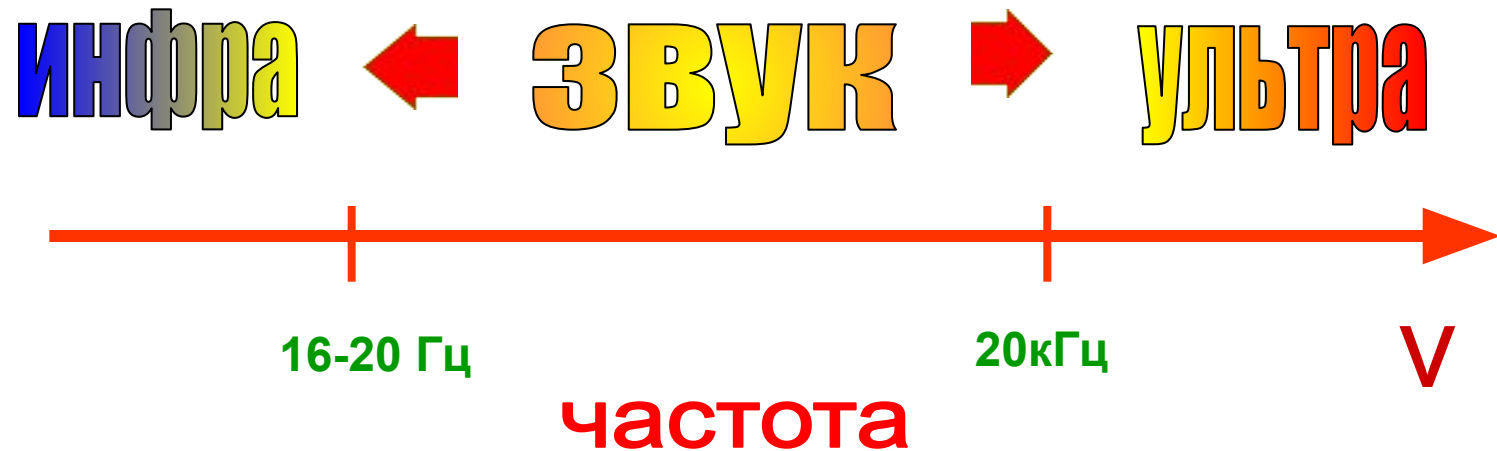


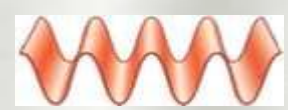
Низкая частота



Высокая частота

**Звук – это механическая волна с частотой от 20 до 20 000 Гц**



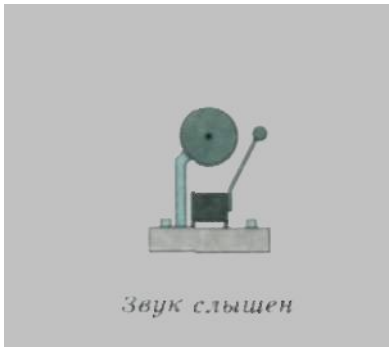


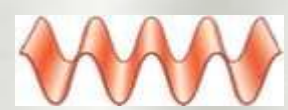
# Условия, необходимые для возникновения звуковой волны:

**1. ИСТОЧНИК ВОЛНЫ**

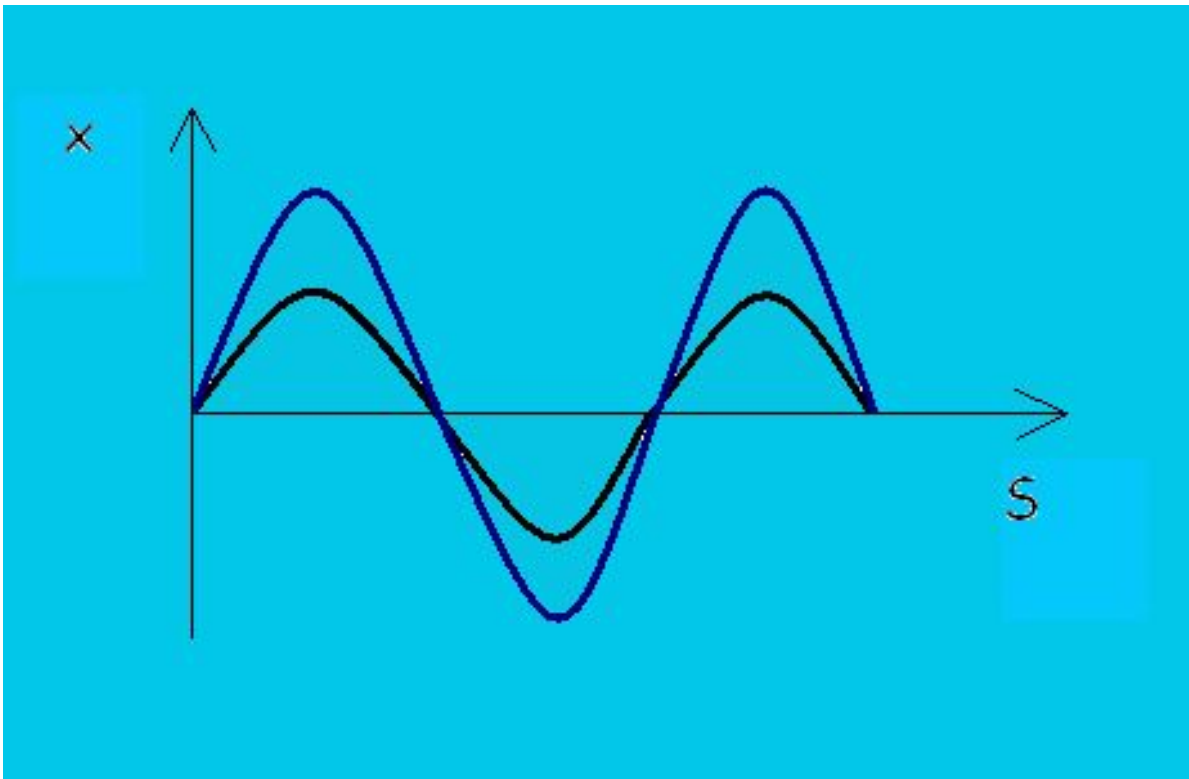


**2. упругая среда**





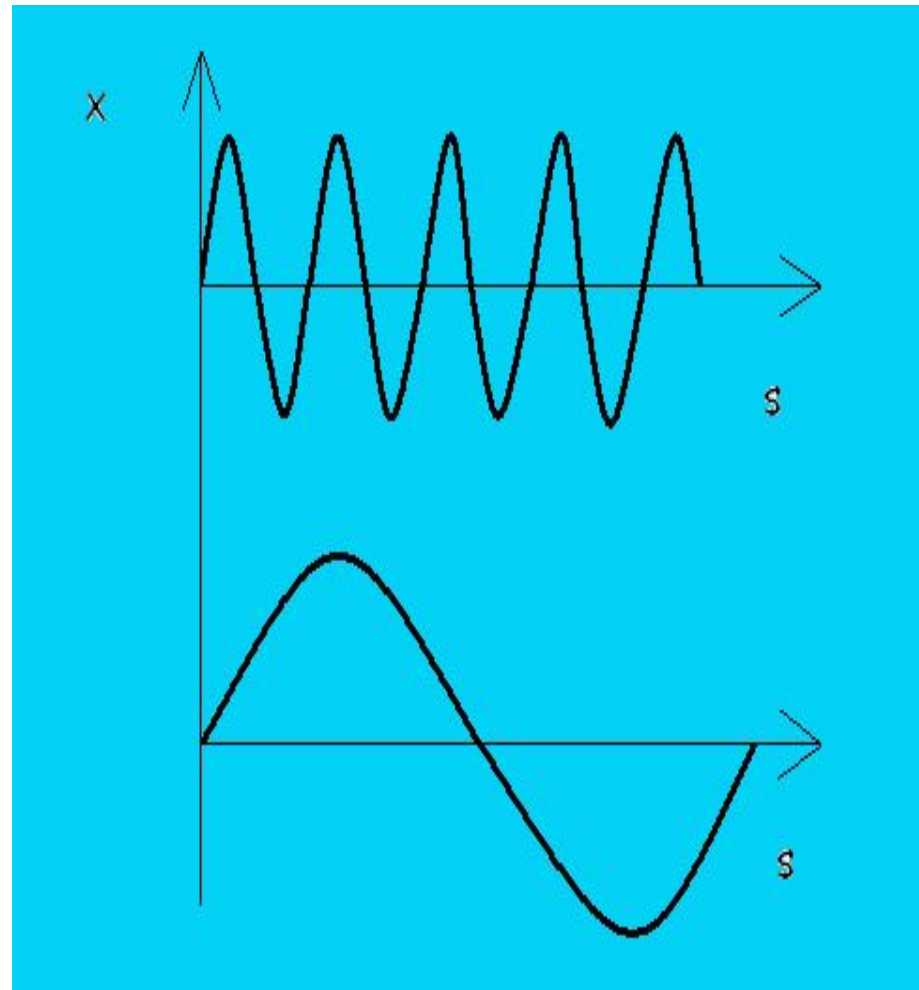
# ГРОМКОСТЬ ЗВУКА ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ АМПЛИТУДОЙ КОЛЕБАНИЙ В ЗВУКОВОЙ ВОЛНЕ

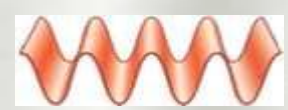




**Высота звука определяется частотой звуковых колебаний. Чем больше частота, тем выше звук.**

- Самая высокая человеческая нота сопрано 1300 Гц
- Самая низкая человеческая нота басовая около 80 Гц





# **ВЫВОДЫ:**

- 1. Колебания с частотой от 16 до 20000 Гц создают звуковую волну.*
- 2. Высота звука зависит от частоты колебания.*
- 3. Громкость звука зависит от амплитуды колебания.*
- 4. Скорость звука зависит от свойств среды и от её температуры.*



# РЫМКЕВИЧ

**437(н).** Мальчик несет на коромысле ведро с водой, период собственных колебаний которых 1,6 с. При какой скорости движения мальчика вода начнет особенно сильно выплескиваться, если длина его шага 60 см?

**438(435).** По поверхности воды в озере волна распространяется со скоростью 6 м/с. Каковы период и частота колебаний бакена, если длина волны 3 м?

**439(436).** Рыболов заметил, что за 10 с поплавок совершил на волнах 20 колебаний, а расстояние между соседними гребнями волн 1,2 м. Какова скорость распространения волн?

**440(437).** На озере в безветренную погоду с лодки бросили тяжелый якорь. От места бросания якоря пошли волны. Человек, стоящий на берегу, заметил, что волна дошла до него через 50 с, расстояние между соседними гребнями волн 0,5 м, а за 5 с было 20 всплесков о берег. Как далеко от берега находилась лодка?

**441(н).** На поверхности воды распространяется волна со скоростью 2,4 м/с при частоте колебаний 2 Гц. Какова разность фаз в точках, лежащих на одном луче и отстоящих друг от друга на 10, 60, 90, 120 и 140 см?

**442(438).** 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.

**443(439).** Частотный диапазон рояля от 90 до 9000 Гц. Найти диапазон длин звуковых волн в воздухе.

**444(440).** Во время грозы человек услышал гром через 15 с после вспышки молнии. Как далеко от него произошел разряд?

**445(441).** Когда наблюдатель воспринимает по звуку, что самолет находится в зените, он видит его под углом  $\alpha = 73^\circ$  к горизонту. С какой скоростью летит самолет?

**446(442).** Мотоциклист, движущийся по прямолинейному участку дороги, увидел, как человек, стоящий у дороги, ударил стержнем по висящему рельсу, а через 2 с услышал звук. С какой скоростью двигался мотоциклист, если он проехал мимо человека через 36 с после начала наблюдения?

**447(443).** Звук взрыва, произведенного в воде вблизи поверхности, приборы, установленные на корабле и принимающие звук по воде, зарегистрировали на 45 с раньше, чем он пришел по воздуху. На каком расстоянии от корабля произошел взрыв?

**448(н).** Какая из величин и во сколько раз изменится при переходе звука из воздуха в воду — частота или длина волны?

**449(445).** Кто чаще взмахивает крылышками при полете — комар или муха?

**450(446).** Как на слух отличить, работает ли электродрель вхолостую или сверлит отверстие?

**451(447).** Расстояние до преграды, отражающей звук, 68 м. Через какое время человек услышит эхо?

**452(448).** При измерении глубины моря под кораблем при помощи эхолота оказалось, что моменты отправления и приема ультразвука разделены промежутком времени 0,6 с. Какова глубина моря под кораблем?





# П-828

П-828 (680)

$$t_{\text{loss}} = 5,3 \text{ c}$$

$$v_{\text{zb}} = 330 \text{ м/с}$$

$h$  - ?

$$h = \frac{gt_1^2}{2}$$

$$h = v_{\text{zb}}(t - t_1)$$

$$\frac{gt_1^2}{2} = v_{\text{zb}}(t - t_1)$$

$$\frac{10 \cdot t_1^2}{2} = 330(5,3 - t_1)$$

$$5t_1^2 + 330t_1 - 1749 = 0$$

$$D = 330^2 + 4 \cdot 5 \cdot 1749 = 108900 + 34980 = 143880$$

$$\sqrt{D} \approx 379$$

$$t_{1,2} = \frac{-330 \pm 379}{2 \cdot 5}$$

$$t_1 = 4,9 \text{ c}$$

$$\Rightarrow h = \frac{10 \cdot 4,9^2}{2} \approx$$

$$\approx 120 \text{ м}$$