

# Волновые явления

- Механические волны
- Звуковые волны

# Механические волны

- Волна
- Виды волн:
  - продольные волны;
  - поперечные волны.
- Характеристики волн
- Уравнение бегущей волны
- Задачи



# Волна



- Изменения состояния среды, распространяющиеся в пространстве с течением времени.
- В упругой среде деформация распространяется во всех направлениях.

# Основное свойство волн

- В поперечных и в продольных волнах переноса вещества в направлении распространения волны не происходит.
- Волны переносят энергию колебаний от одной точки среды к другой.

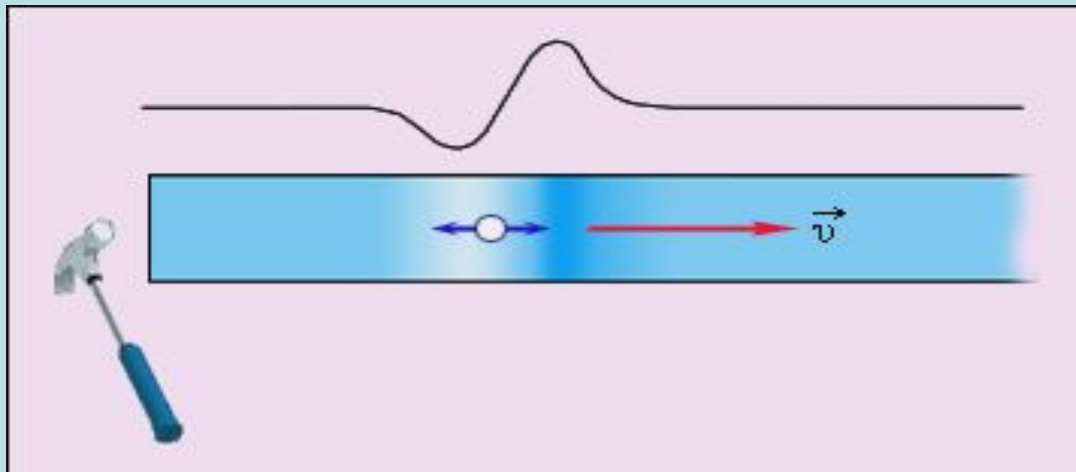
# Волновой импульс

- Одиночная волна – сравнительно короткое возмущение (всплеск) произвольной формы



# Продольные волны

Волны в которых колебания частиц происходят вдоль направления распространения волны.



Направление  
распространения волны



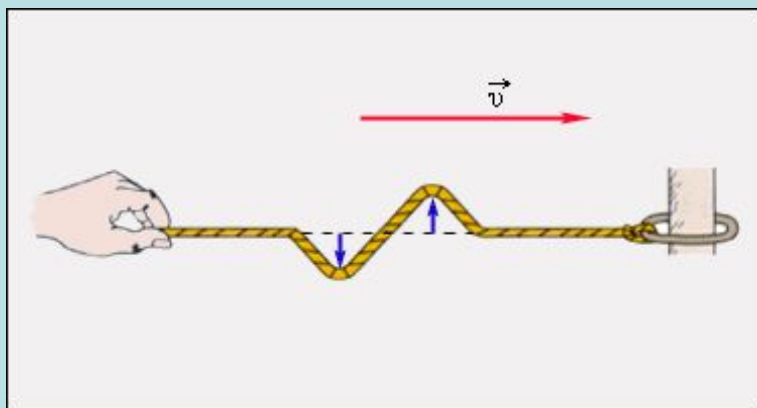
Направление колебаний

распространяются в любых  
средах – твердых, жидких и  
газообразных.

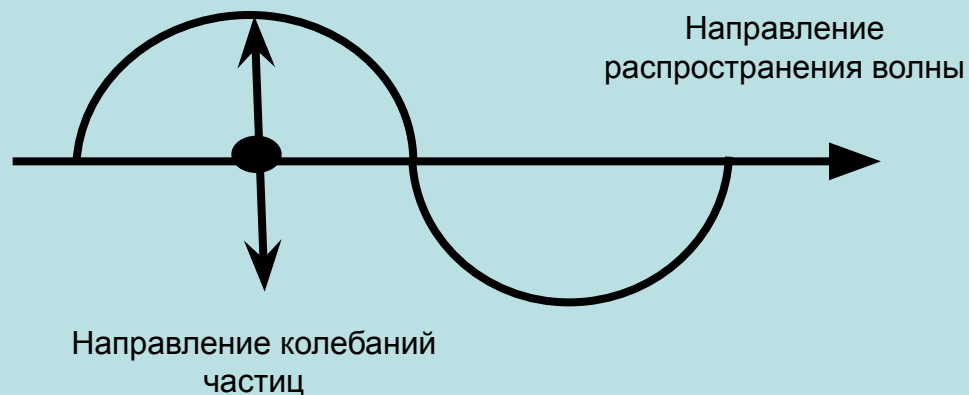


# Поперечные волны

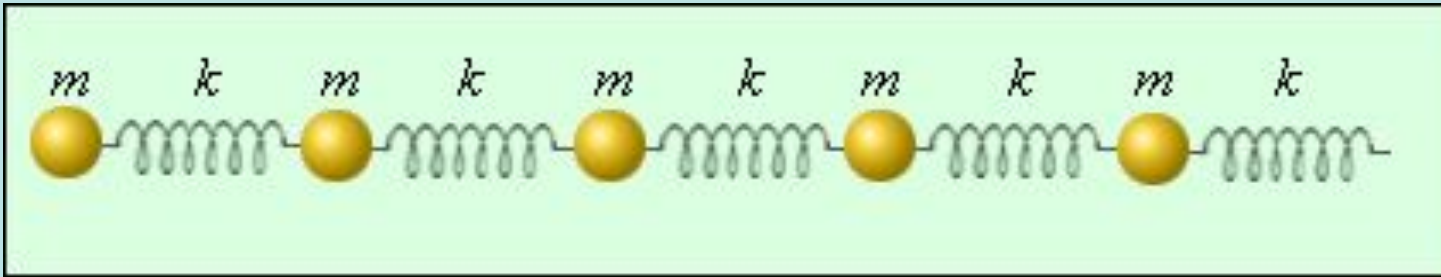
Волны в которых колебания частиц происходят перпендикулярно направлению распространения волны.



распространяются в  
жидкой и газообразной.  
средах



# Простейшая одномерная модель твёрдого тела



- Для распространения механических волн среда должна обладать инертными и упругими свойствами.
- Продольные волны
  - в твёрдом теле - деформации растяжения или сжатия
  - в жидкостях или газах деформации уплотнения или разрежения.





# Характеристики волн

- амплитуда  $X_m$  колебания частиц,
- частотой  $f(\nu)$
- длиной волны  $\lambda$ .
- Синусоидальные (гармонические) волны распространяются в однородных средах с некоторой постоянной скоростью  $\nu$ .

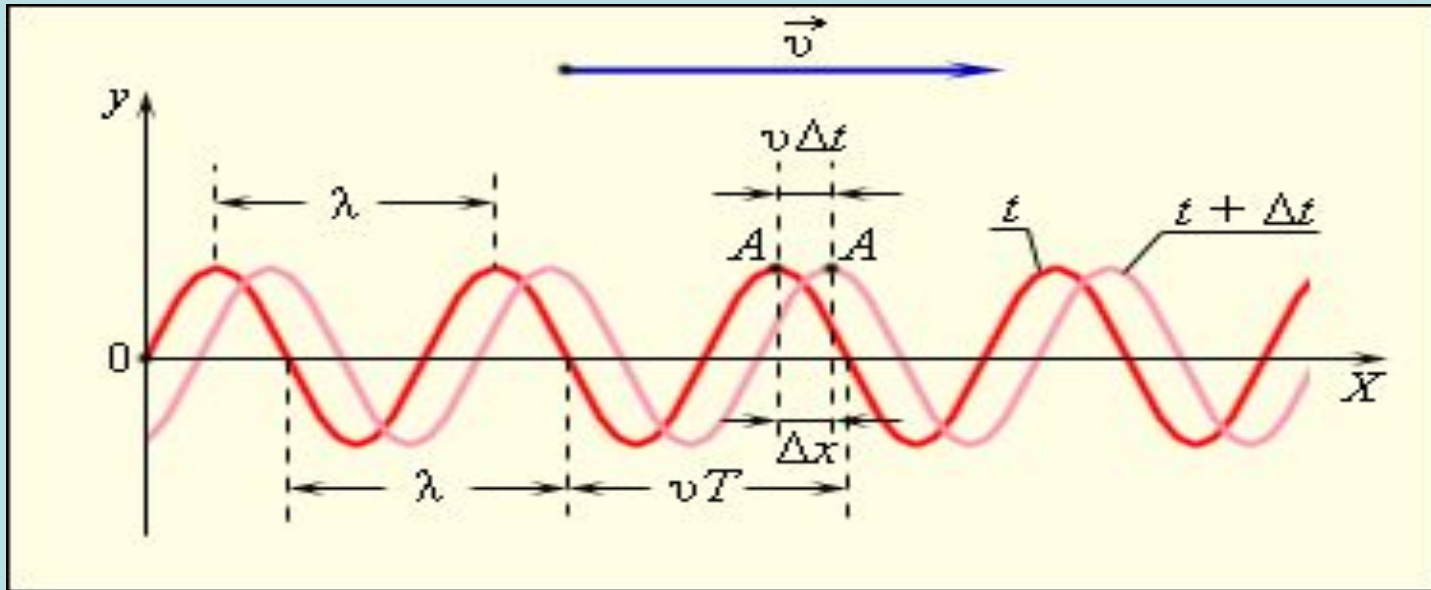
# Длина волны - $\lambda$

- расстояние между двумя соседними точками на оси  $Ox$ , колеблющимися в одинаковых фазах.
- это расстояние, которое волна пробегает за время равное периоду  $T$ .
- $\lambda = uT$



# Уравнение бегущей волны

волна которая за  $\Delta t$  перемещается вдоль оси  $Ox$  на расстояние  $v \Delta t$ .



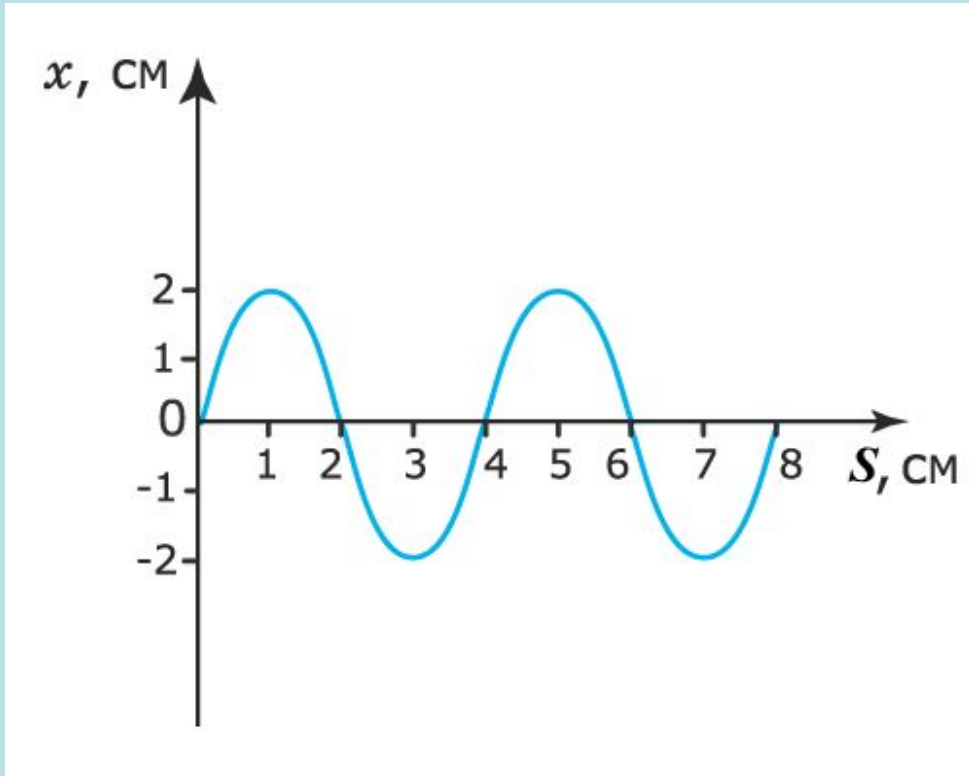
Смещение  $y(x, t)$  частиц среды из положения равновесия в синусоидальной волне зависит от координаты  $x$  на оси  $Ox$ , вдоль которой распространяется волна, и от времени  $t$  по закону:

$$s = s_m \sin[\omega(t - \tau)] = s_m \sin \left[ \omega \left( t - \frac{x}{v} \right) \right]$$

$$s = s_m \sin[\omega(t - \tau)] = s_m \sin[\omega t - kx]$$

$$k = \frac{\omega}{v} - \text{волновое число}$$

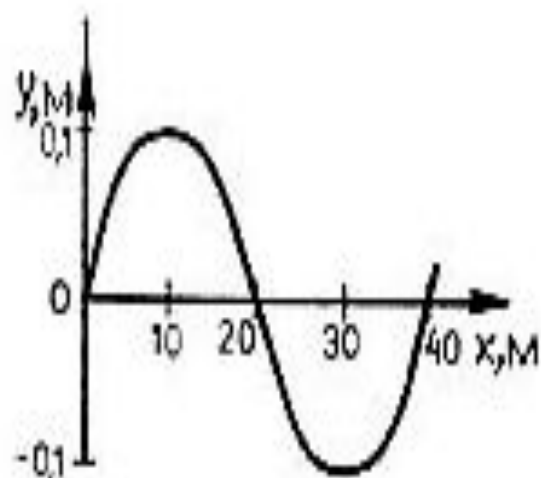
$$\omega = 2\pi f - \text{круговая частота.}$$



### Проверь себя!

1. Чему равна амплитуда волны?
2. Чему равна длина волны?
3. Определите скорость распространения волны.
4. Определите частоту колебаний частиц в волне, если скорость распространения волны равна 34 м/с?

На рисунке показано смещение  $y$  частиц среды при прохождении волны в некоторый момент времени («моментальная» фотография волны). Определите длину этой волны.



# Звуковые волны

Раздел физики, в котором изучаются звуковые явления, называется **акустикой**.

«Воздух «проводник» звуков» - это доказал опыт, поставленный в 1660 г. Р. Бойлем. Звук может распространяться также и в жидкой, и в твердой среде.

Звуковые волны в воздухе – волны продольные.

# Звуковые волны

- Механические волны, действие которых на ухо вызывает ощущение звука, называются **звуковыми**.
- Диапазон звуковых частот лежит в пределах приблизительно от 20 Гц до 20 кГц.
- **Инфразвук** - волны с частотой менее 20 Гц  
**ультразвуком** - волны с частотой более 20 кГц

# Условия возникновения ощущения звука

1. наличие источника звука;
2. наличие упругой среды между источником звука и ухом;
3. частота колебаний источника должна лежать в интервале частот от 16 до 20000 Гц;
4. мощность звуковых волн должна быть достаточной для ощущения звука.



- При распространении звука в газе атомы и молекулы колеблются вдоль направления распространения волны.
- Это приводит к изменениям локальной плотности  $\rho$  и давления  $p$ . Звуковые волны в газе часто называют волнами плотности или волнами давления.

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{\omega}{k}; \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}; \quad \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}.$$

# Скорость звука

В воздухе при температуре  $0^{\circ}\text{C}$  и давлении  $10^5\text{Па}$

332м/с

В воде при температуре  $19^{\circ}\text{C}$

1461 м/с

В граните

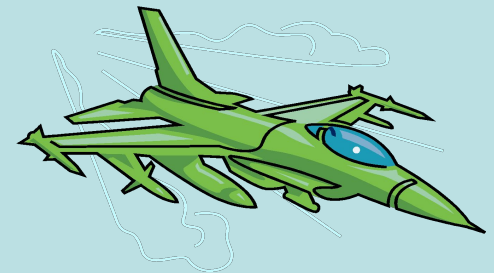
6000 м/с

В стекле

5500 м/с

В твёрдых породах дерева( в продольном направлении

4000 м/с



Громкость звука зависит от энергии колебаний в источнике и в волне и от **амплитуды** колебаний.

Единица громкости называется децибелом (дБ)



# Действие звуковых волн на живую и неживую природу

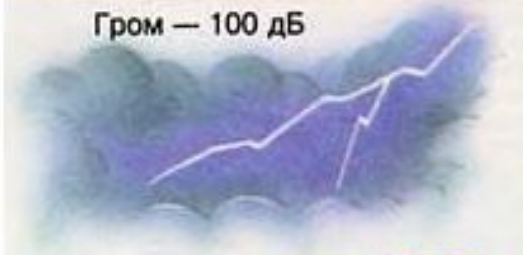
| <u>Интенсивность звуков</u> | <u>дБ</u> |
|-----------------------------|-----------|
| Порог слышимости            | 0         |
| Шорох листьев               | 10        |
| Спокойное дыхание           | 10        |
| Шепот                       | 20        |
| Обычный разговор            | 60        |
| Оживлённое уличное движение | 80        |
| Шум в вагоне метро          | 100       |
| Гром                        | 110       |
| Порог болевых ощущений      | 120       |

# Шкала громкости

Запуск ракеты —  
140-190 дБ



Гром — 100 дБ



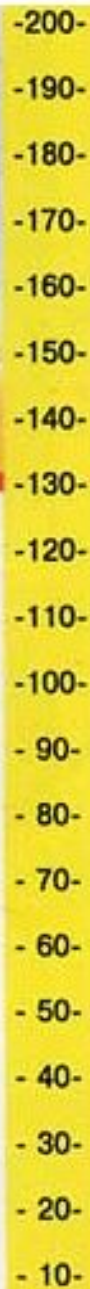
Поезд — 80 дБ



Тиканье часов на  
расстоянии 1 м  
(3 футов) —  
30 дБ



Падающий лист —  
0—10 дБ.



Громкость в децибелах (дБ)

Шумы свыше 130 дБ  
вызывают болезненные  
ощущения.



Реактивный самолёт  
при взлёте — 120 дБ



Крик — 70 дБ



Шепот — 30 дБ

# Эхо

- Возвращение звуковой волны после отражения в то место, из которого она начала распространяться, называется **ЭХОМ**.
- Если отражающая поверхность расположена близко к источнику звука, то эхо сливается с основным звуком.
- Эхо будет слышно отдельно от основного звука, только тогда, когда отражающая поверхность расположена не ближе, чем на расстоянии 17,2 м от места возникновения звука.

1. Рыбак заметил, что гребни волн проходят мимо его лодки, стоящей на якоре, через каждые 6 с. Он измерил расстояние между ближайшими гребнями и нашел, что оно равно 20 м. Какова скорость волны?

2. Волна с частотой колебаний 165 Гц распространяется в среде, в которой скорость волны равна 330 м/с. Чему равна длина волны?