

Механические колебания

Росинский Александр
МБОУ СШ №2 г. Вязьмы
11М класс

Определение и условия возникновения

Движение, которое точно или почти точно повторяется через определенные промежутки времени называется колебательным.

Механические колебания - это механическое движение тела или системы тел, которое обладает повторяемостью во времени и происходит в окрестности положения равновесия. *Положением равновесия* называется такое состояние системы, в котором она может оставаться сколь угодно долго, не испытывая внешних воздействий.

Для возникновения механических колебаний необходимо:

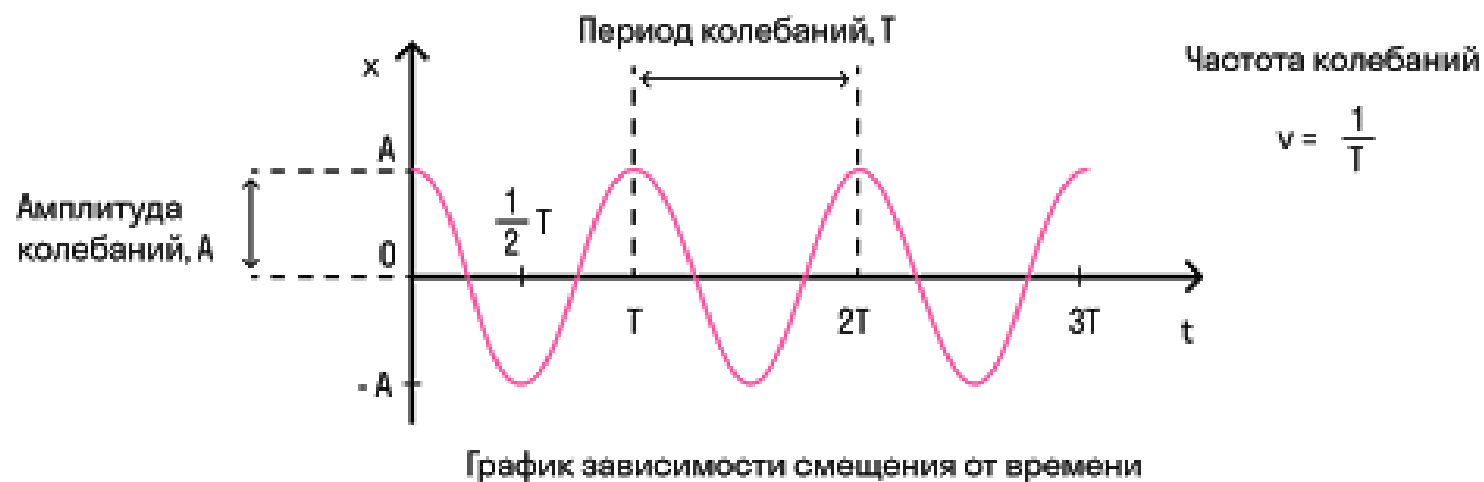
- наличие силы направленной к положению равновесия;
- малое сопротивление среды.

Основные понятия

Амплитуда колебаний тела - это величина его наибольшего отклонения от положения равновесия.

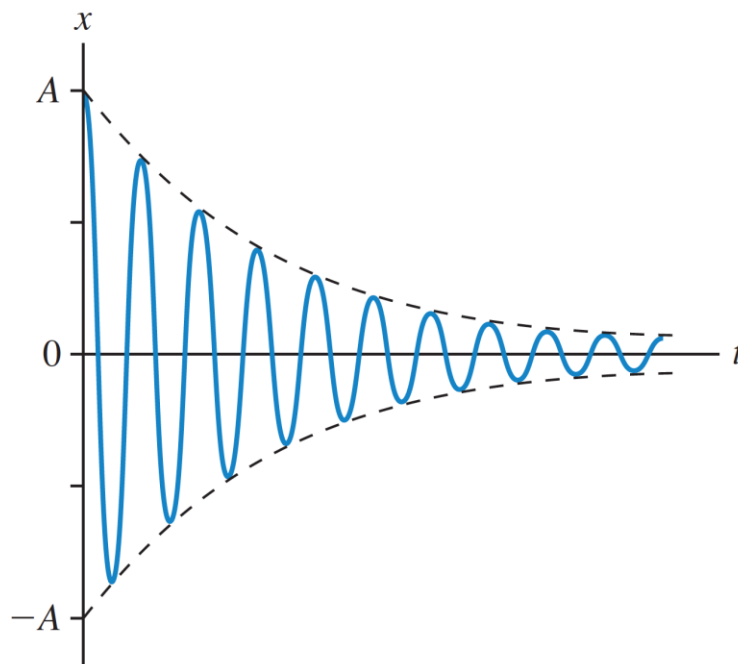
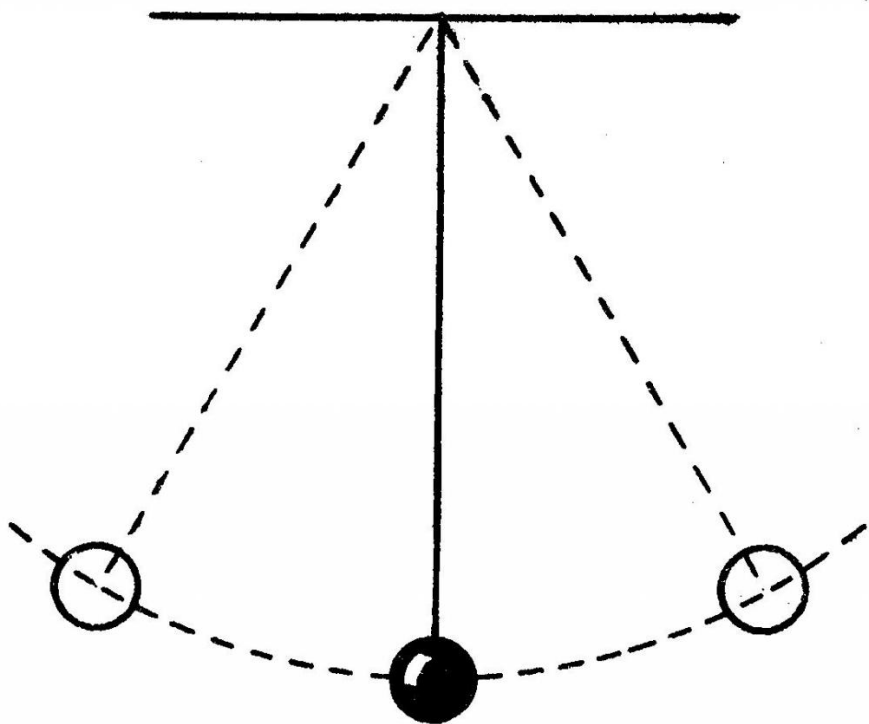
Период колебаний - это время одного полного колебания (сек).
Можно сказать, что за период тело проходит путь в четыре амплитуды.

Частота колебаний - это величина, обратная периоду. Частота измеряется в герцах (Гц) и показывает, сколько полных колебаний совершается за одну секунду



Свободные колебания

Механические колебания, происходящие под действием внутренних сил (без внешних воздействий) называются **свободными**. Свободные колебания являются затухающими.



Вынужденные колебания

Механические колебания, происходящие под действием внешних сил называются **вынужденными**. Вынужденные колебания являются не затухающими. При вынужденных колебаниях возможно явление резонанса.



рис. 1



б)

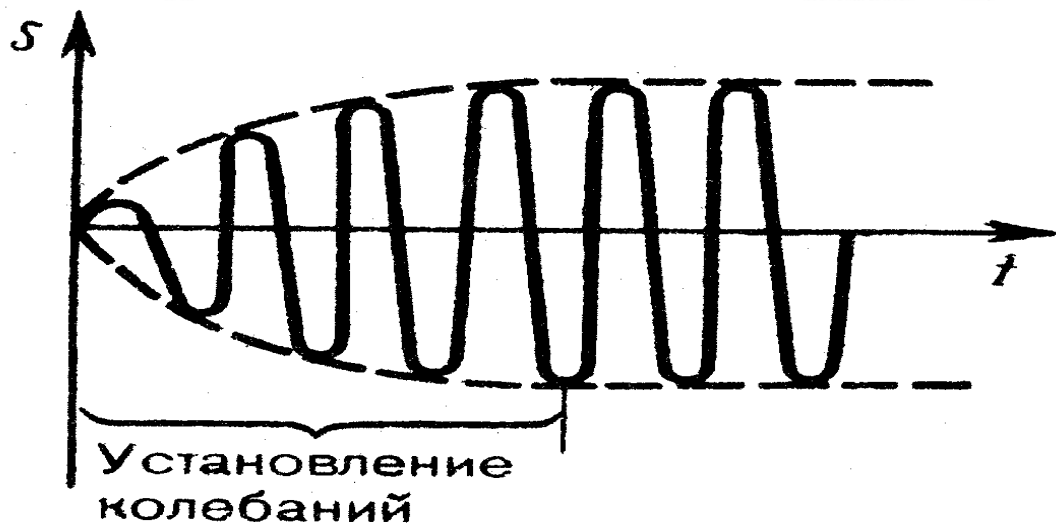


а)

рис. 2

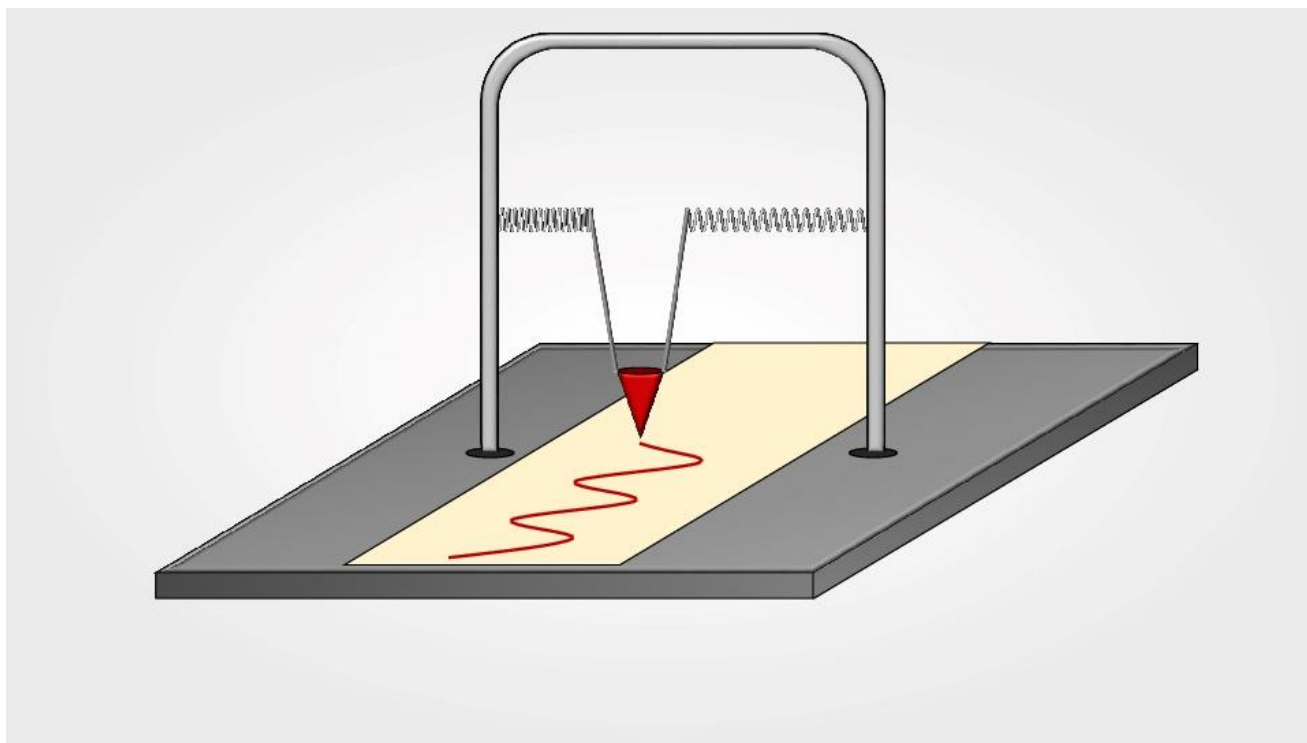


б)



Гармонические колебания

Если сила, вызывающая колебания пропорциональна смещению от положения равновесия, то такие колебания называют **гармоническими**. Гармонические колебания можно описать с помощью функций синус и косинус.



Уравнения описывающие колебательные процессы

Координата и скорость совершают колебания в противофазе. Из этого следует, что скорость в положении равновесия будет максимальной.

$$x = x_m \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$v = \dot{x}(t) = -\omega x_m \sin(\omega t + \varphi_0) = \omega x_m \cos(\omega t + \varphi_0 + \pi/2)$$

$$a = \dot{v}(t) = \ddot{x}(t) = -\omega^2 x_m \cos(\omega t + \varphi_0) = -\omega x(t)$$

Циклическая частота – число колебаний за 2π секунд. Обозначается - ω , единица измерения $[\omega] = 1 \text{ Гц}$.

Период, частота и циклическая частота связаны между собой соотношениями:

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

Виды механических колебательных систем

Различают три вида механических колебательных систем:

- ▶ Пружинный маятник
- ▶ Математический маятник
- ▶ Физический маятник



Математический маятник

Математическим маятником называется система, которая состоит из материальной точки массой m и невесомой нерастяжимой нити длиной l , на которой материальная точка подвешена, и которая находится в поле силы тяжести (или других сил). Период малых колебаний математического маятника в поле силы тяжести Земли определяется по формуле: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

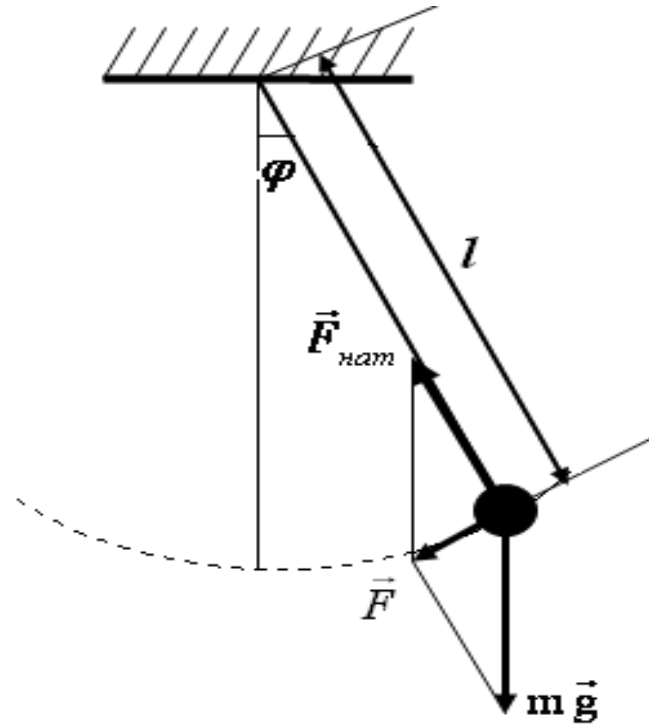
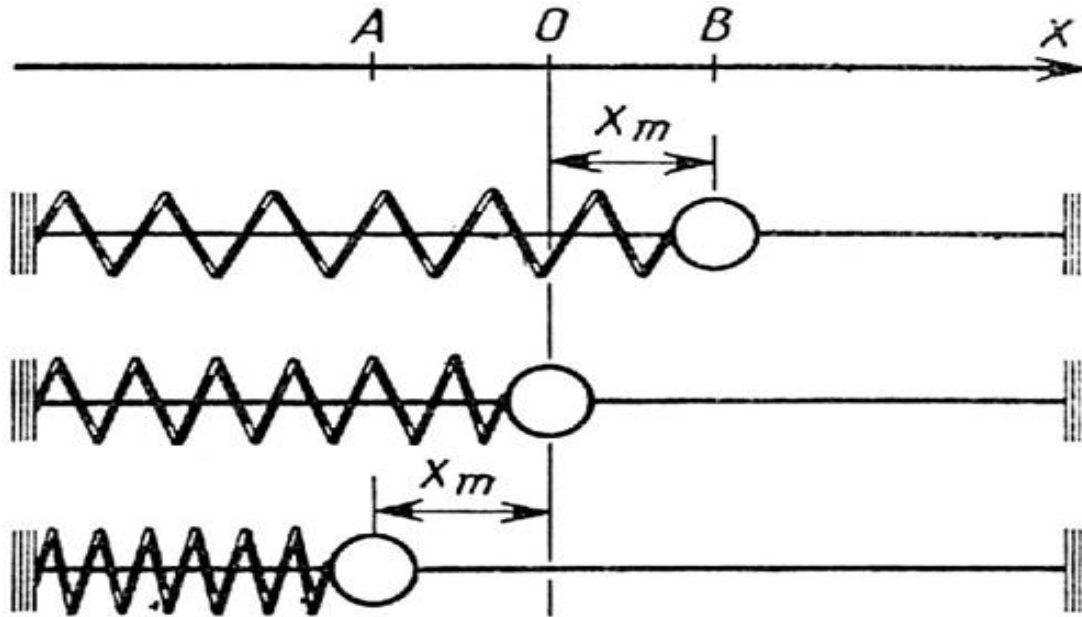


Рис.1 Математический маятник

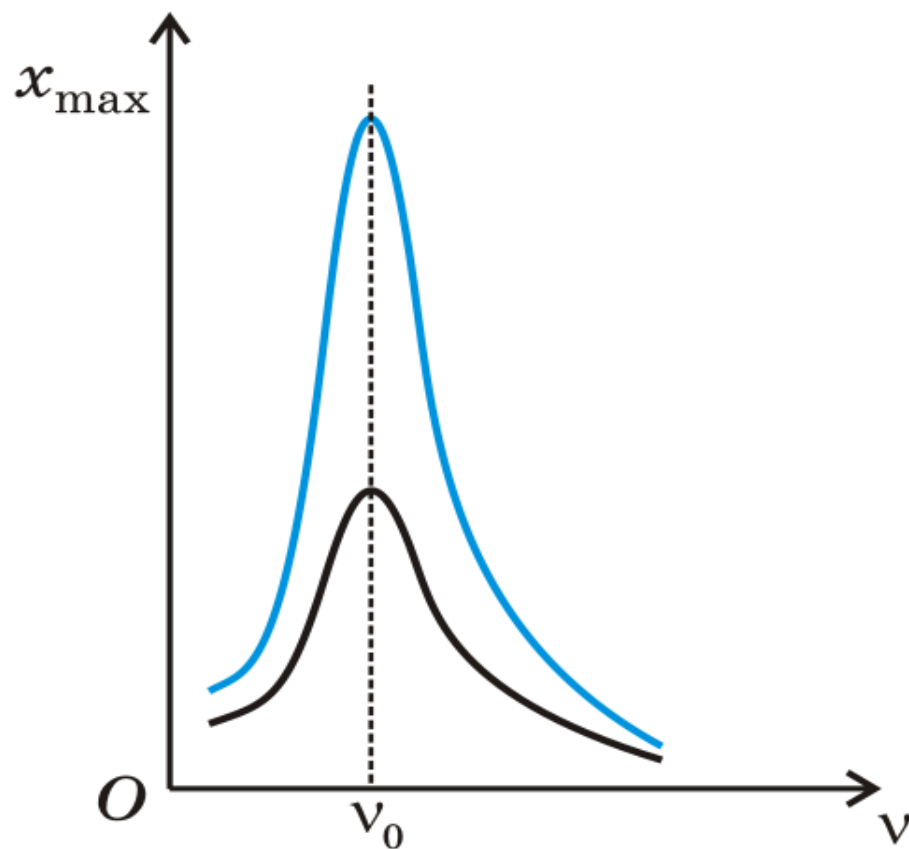
Пружинный маятник

Пружинный маятник — это груз, прикрепленный к пружине, массой которой можно пренебречь. В пружинном маятнике колебания совершаются под действием силы упругости. Пока пружина не деформирована, сила упругости на тело не действует. Формула периода колебаний пружинного маятника: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$



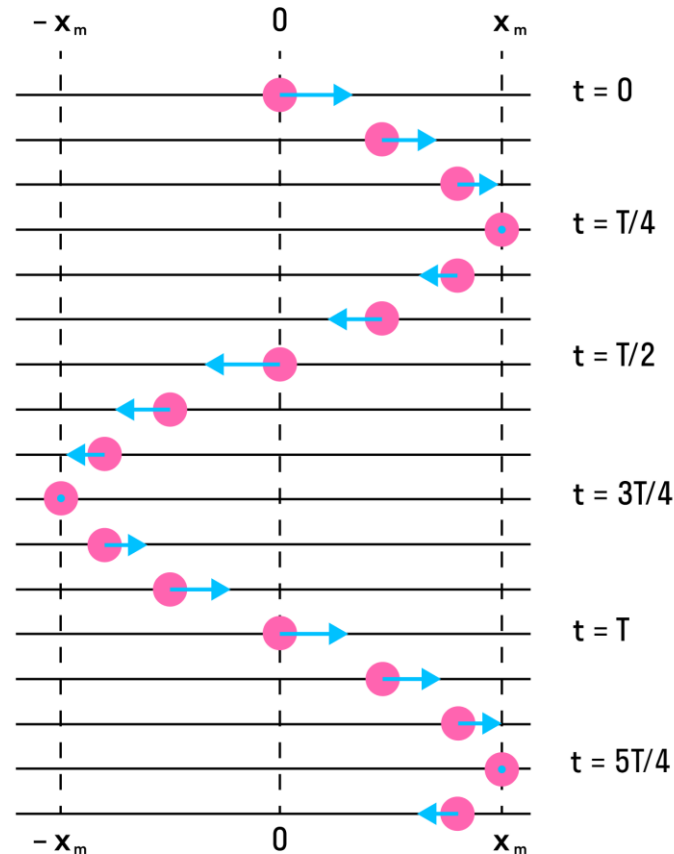
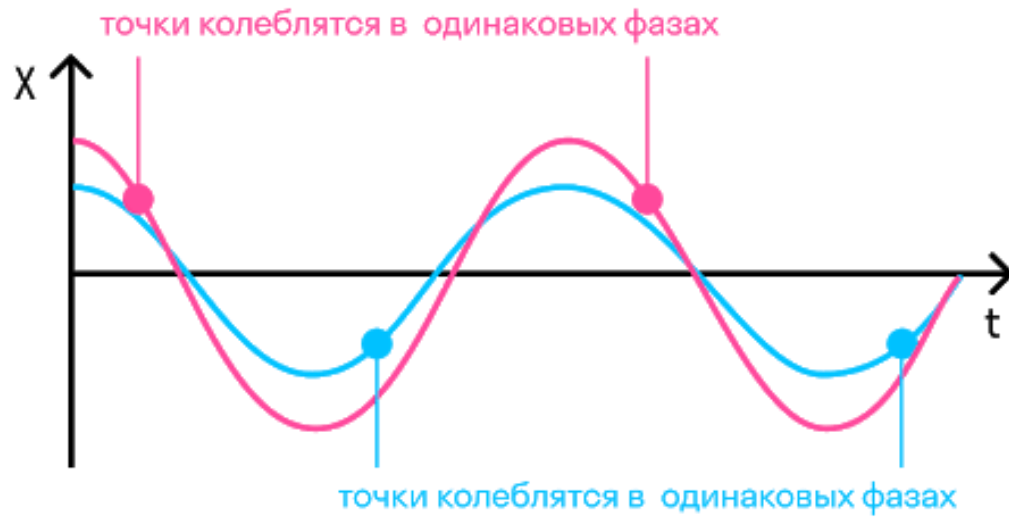
Резонанс

Резонанс – это явление резкого возрастания амплитуды колебаний при совпадении собственной частоты колебательной системы и частоты внешней вынуждающей силы.



Фаза колебаний

Фаза колебаний — это физическая величина, которая показывает отклонение точки от положения равновесия (величина стоящая под знаком тригонометрической функции).



Механические волны

Механические волны – процесс распространения механических колебаний в упругих средах. Причина возникновения механических волн – взаимодействие частиц среды.

Основные свойства волн:

- ▶ - перенос энергии;
- ▶ - перенос импульса;
- ▶ - не перенос вещества;
- ▶ - сохранение формы волны с течением времени.

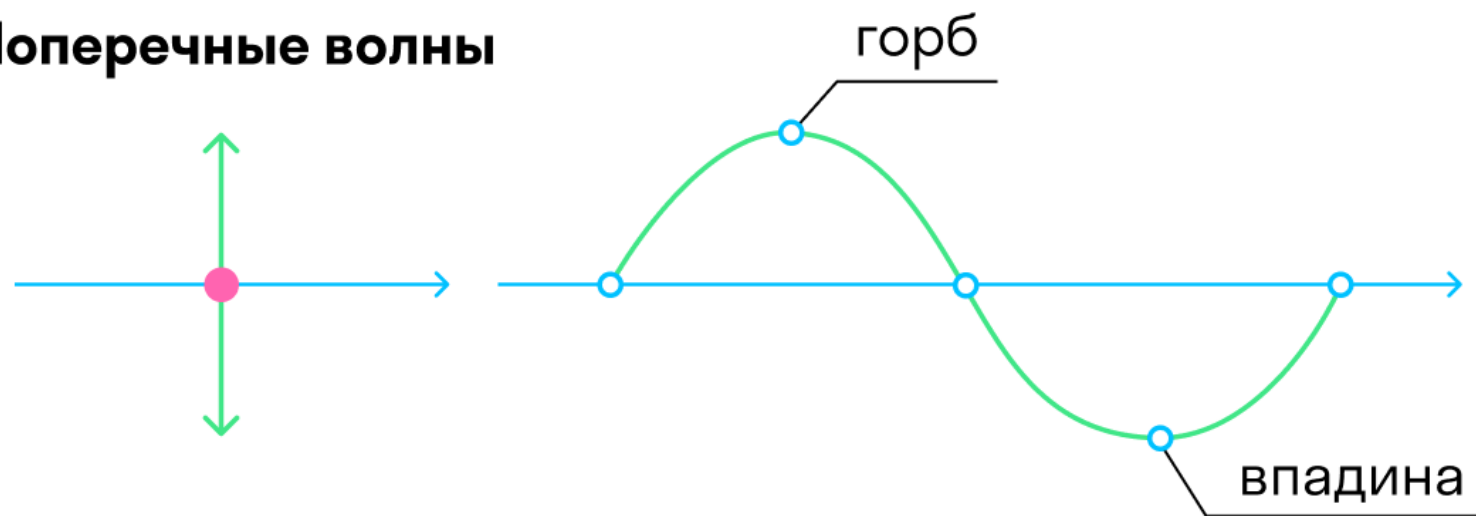
Виды волн:

- ▶ - поперечные
- ▶ - продольные

Поперечные волны

Поперечная волна – волна, в которой частицы совершают колебания перпендикулярно направлению распространения волны. Распространяется только в твердых телах и на границе раздела жидкость – газ.

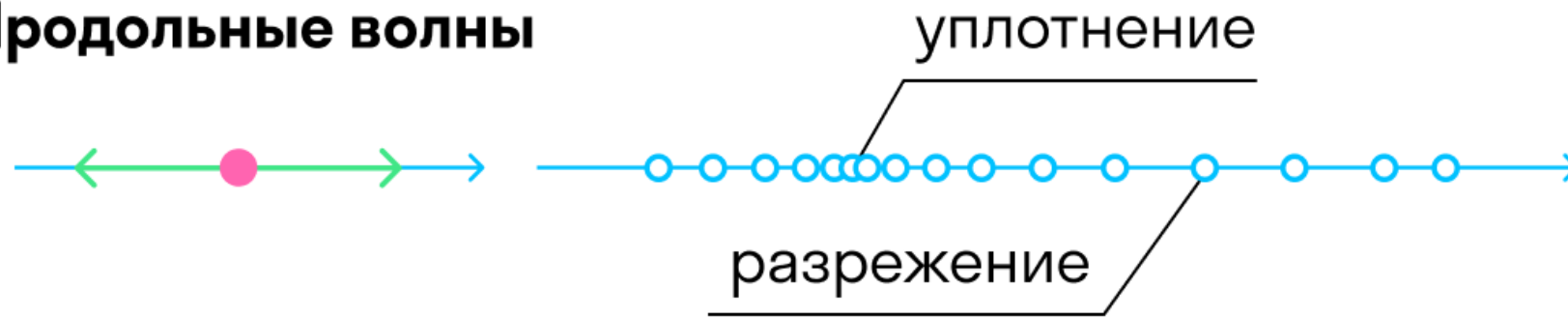
Поперечные волны



Продольные волны

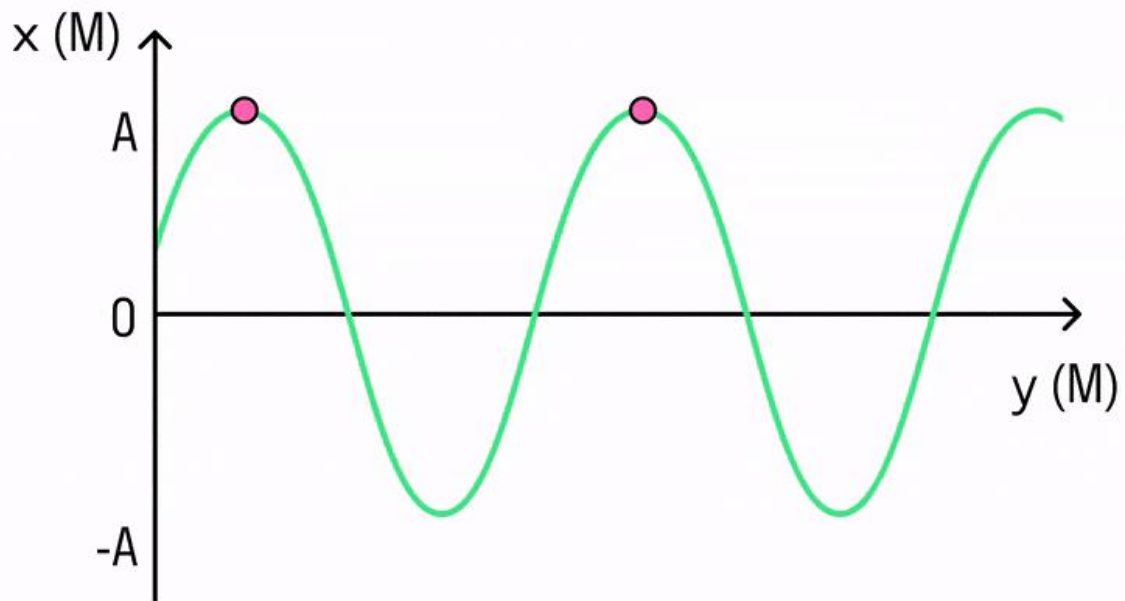
Продольная волна – волна, в которой частицы совершают колебания вдоль направления распространения волны. Распространяется в твердых, жидких и газообразных средах.

Продольные волны



Длина волны

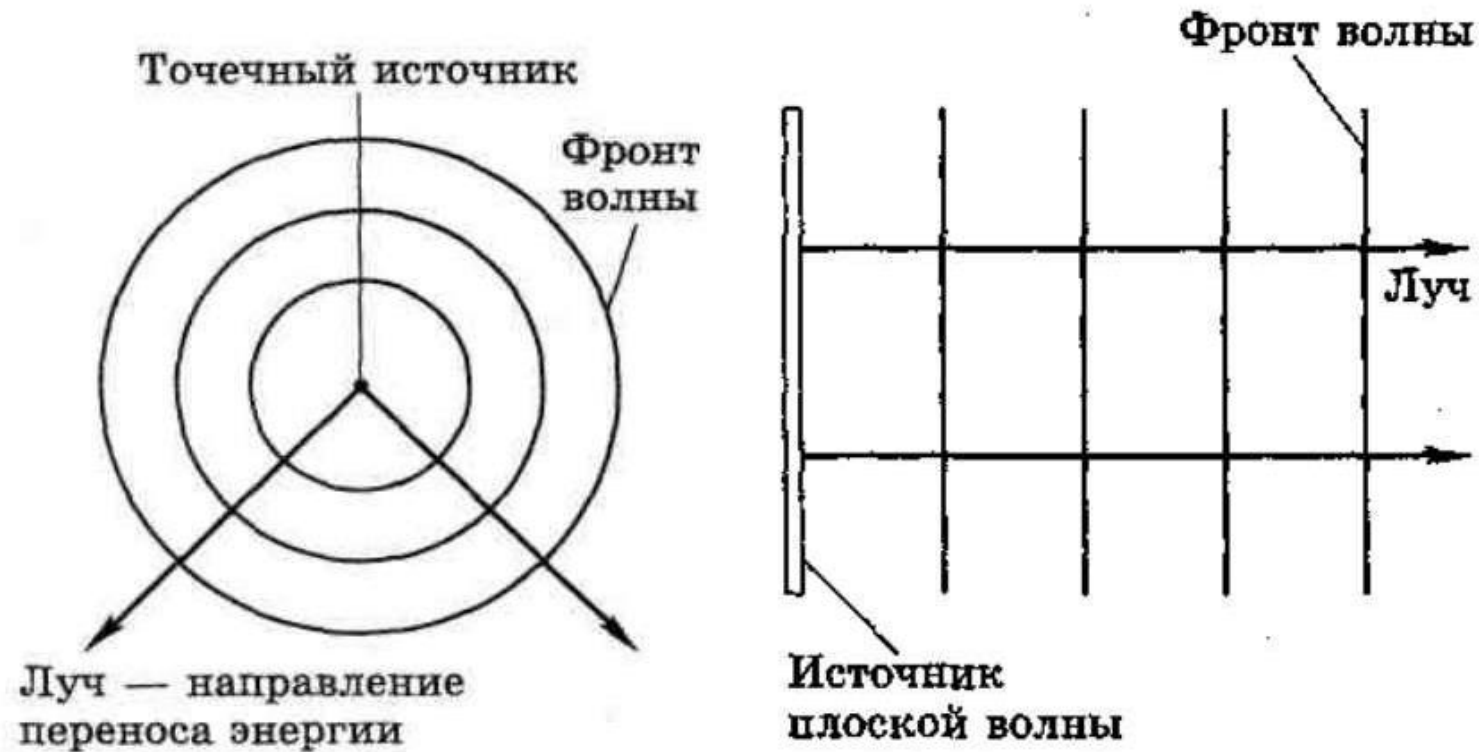
Длина волны – расстояние, на которое распространится волна за время одного полного колебания частицы среды в волне. С другой стороны длина волны это расстояние между двумя ближайшими точками волны, совершающими колебания в одной фазе. Обозначается – λ . $[\lambda]=1\text{м}$



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

Волновой фронт

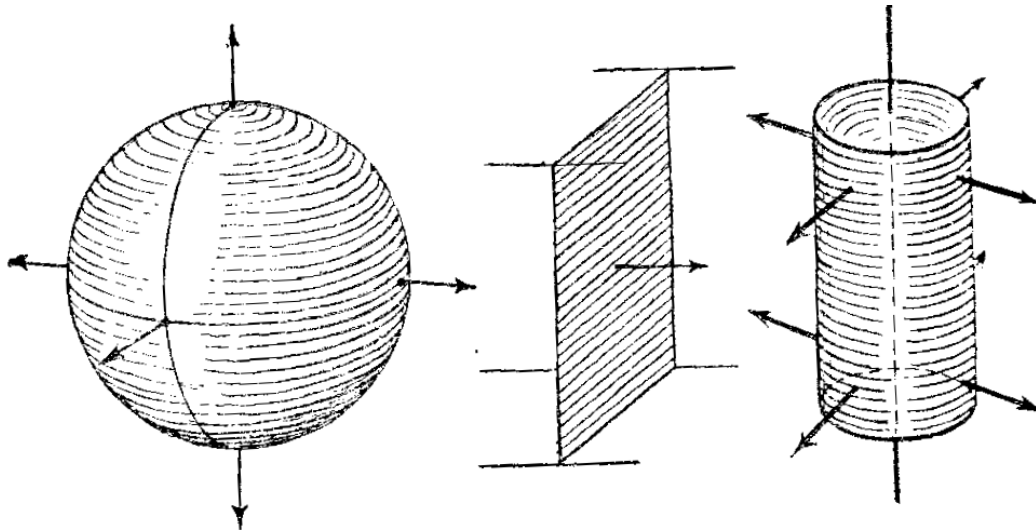
Волновой фронт – линия, отделяющая ту область пространства, где волна уже распространилась от той области пространства, до которой она еще не дошла.



Разделение волн по виду фронта

По виду волнового фронта волны делят:

- ▶ - сферические (волновой фронт – сфера) распространяются по всем направлениям от источника волны (звук).
- ▶ - круговые (волновой фронт – окружность) распространяются по всем направлениям от источника волны в одной плоскости (волна от камня на воде).
- ▶ - плоские (волновой фронт – прямая линия) распространяются в направлениях, перпендикулярных протяженному источнику волны (цунами).

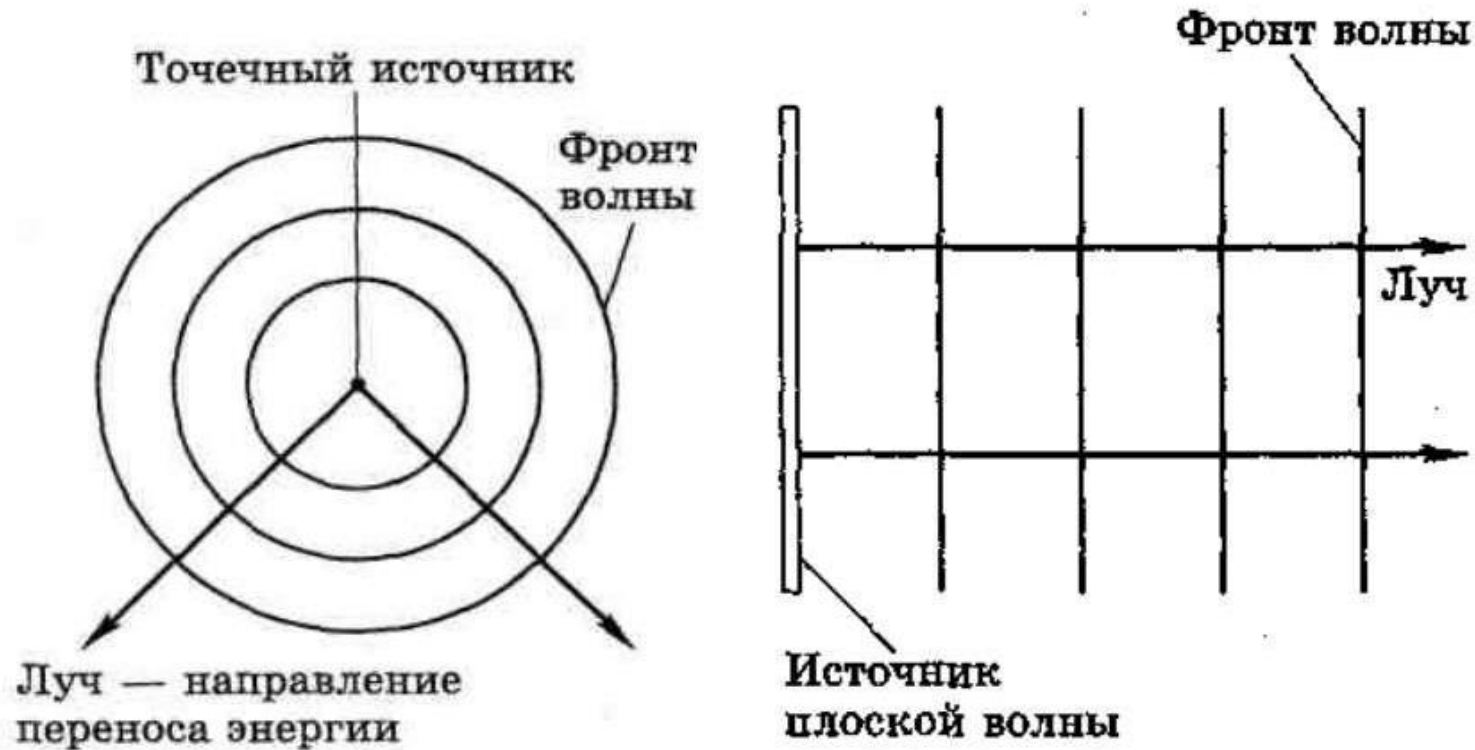


Плотность потока энергии

Плотность потока энергии – физическая величина, показывающая какая энергия приходится на единицу длины волнового фронта. По мере удаления от источника плотность потока энергии в круговых и сферических волнах уменьшается. В сферических и круговых волнах по мере удаления от источника длина волнового фронта будет увеличиваться, что приведёт к уменьшению амплитуды колебаний и затуханию волны.

Волновой луч

Волновой луч – это линия, указывающая направление переноса энергии. Энергия, заключённая между двумя волновыми лучами, не изменяется.

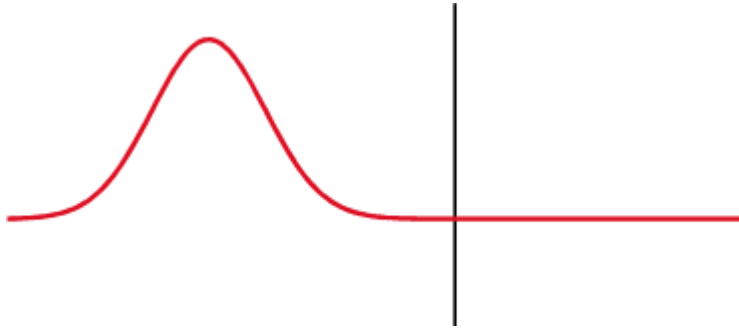


Волновые явления

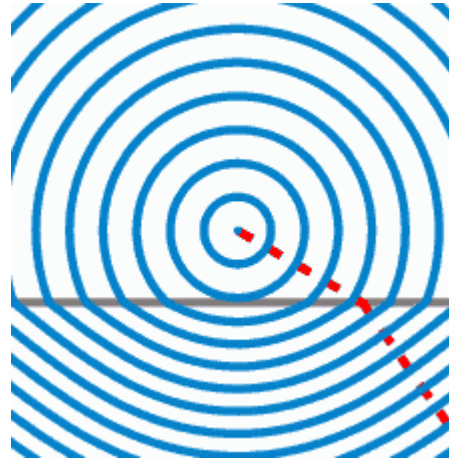
- ▶ **Отражение** – механические волны могут отражаться от поверхности (возникновение эха).
- ▶ **Поглощение** механических волн.
- ▶ **Преломление** – на границе раздела двух сред волна преломляется при этом меняет направление распространения.
- ▶ **Дифракция** – это явление огибания волной препятствия, если длина волны больше линейных размеров препятствия.
- ▶ **Интерференция** – это явление сложения волн в пространстве в результате которого возникает устойчивая картина распределения амплитуды результирующего колебания.

Примеры

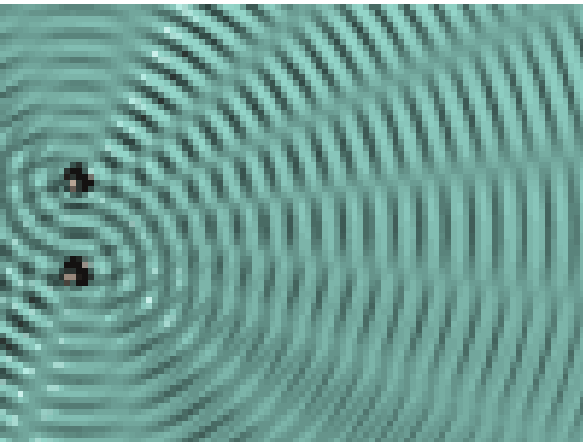
Отражение



Преломление



Дифракция



Интерференция

