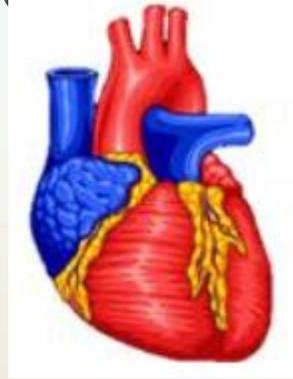
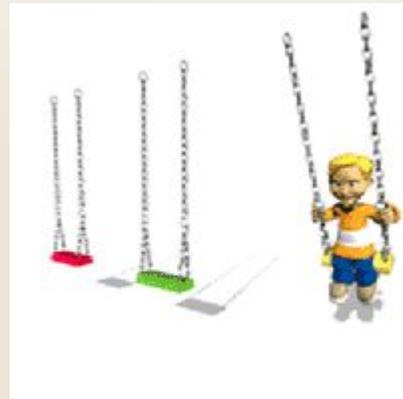
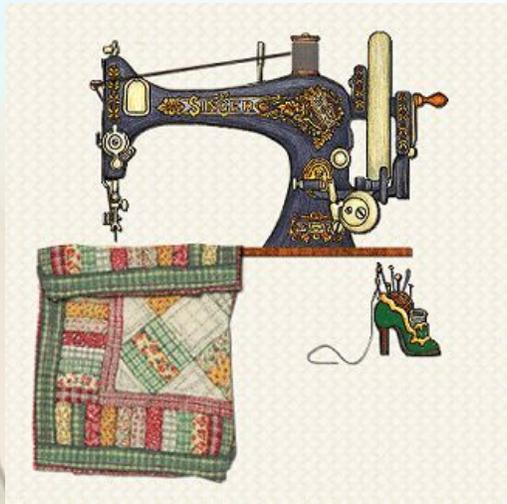
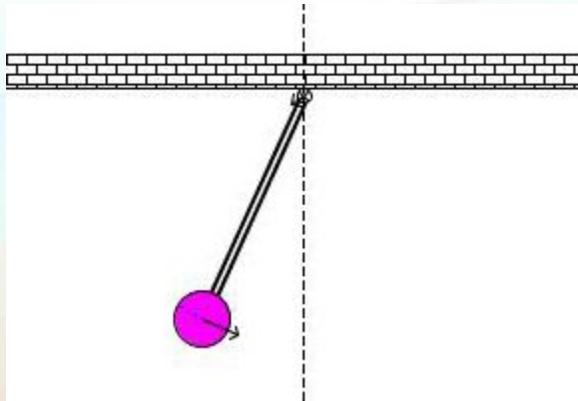


# Глава 2 Механические колебания и волны. Звук

## Колебательное движение. Свободные колебания



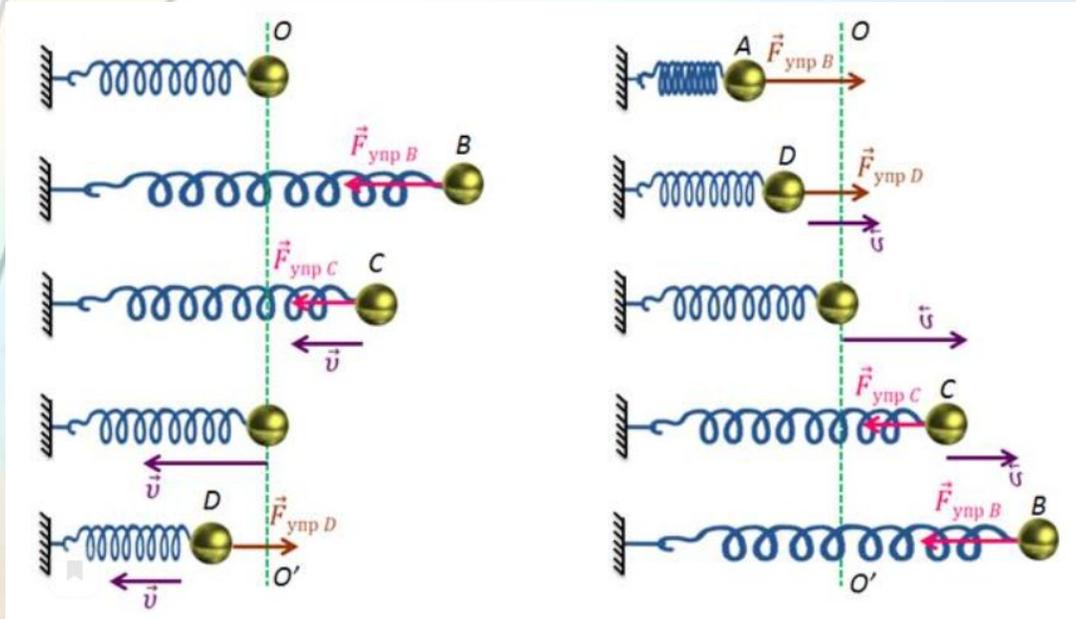
# Колебательное движение



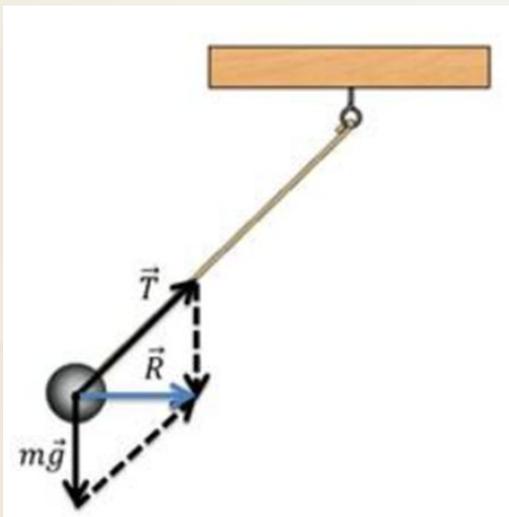
Движение, при котором состояния тела с течением времени повторяются, причем тело проходит через положение устойчивого равновесия поочередно в противоположных направлениях, называют **механическим колебательным движением**

Промежуток времени, через который движение повторяется, называется **периодом колебаний**

# Свободные колебания



Колебания, происходящие только благодаря начальному запасу энергии, называются **свободными колебаниями**



**Колебательная система** — это физическая система, в которой при отклонении от положения равновесия возникают и существуют колебания

# Условия существования колебаний



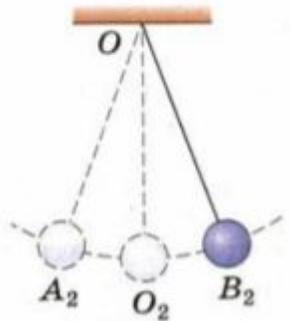
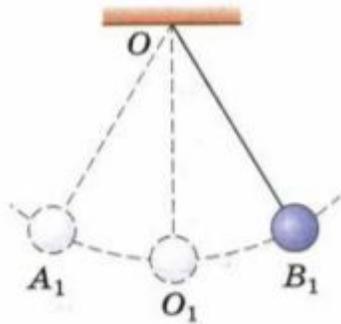
1. Устойчивое равновесие системы;
2. Наличие у тела избыточной механической энергии;
3. Действие на тело возвращающей силы;
4. В идеальных колебательных системах должны отсутствовать силы трения.

**Маятником** называется твердое тело, совершающее под действием приложенных сил колебания около неподвижной точки или вокруг оси

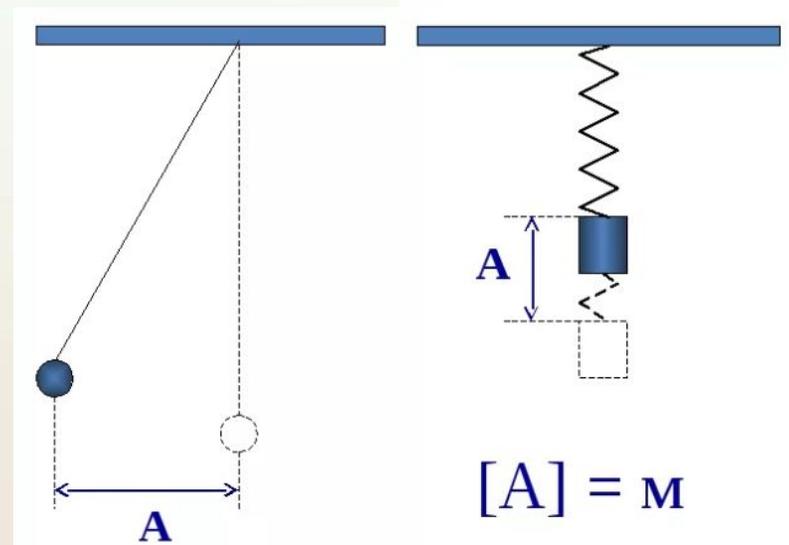
# Величины, характеризующие колебательное движение

# Амплитуда колебаний

Наибольшее (по модулю) отклонение колеблющегося тела от положения равновесия называется **амплитудой колебаний**

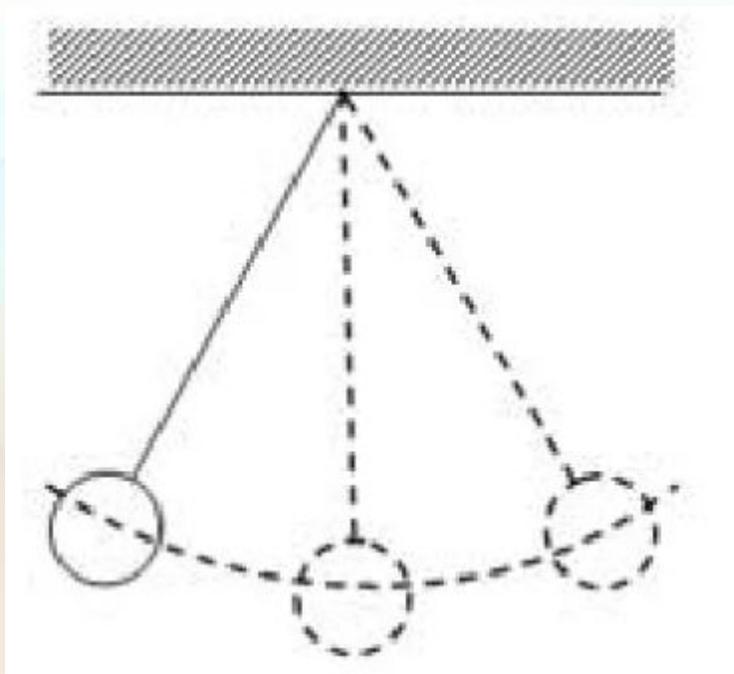


**Рис. 58.** Колебания маятников, происходящие с разной амплитудой



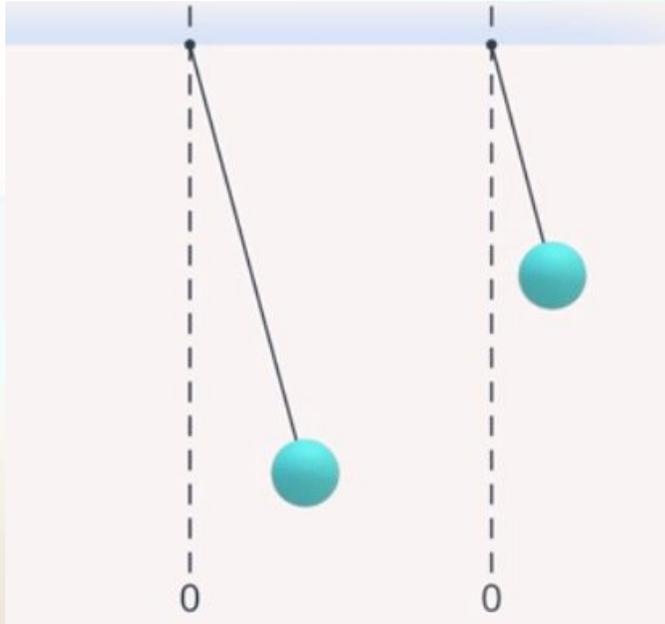
# Период колебаний

Промежуток времени, в течение которого тело совершает одно полное колебание, называется **периодом колебаний**



$$[T] = 1\text{с}$$

# Частота колебаний



Число колебаний в единицу времени называется **частотой колебаний**

$$[\nu] = \text{Гц}$$

$$\nu = \frac{1}{T}$$

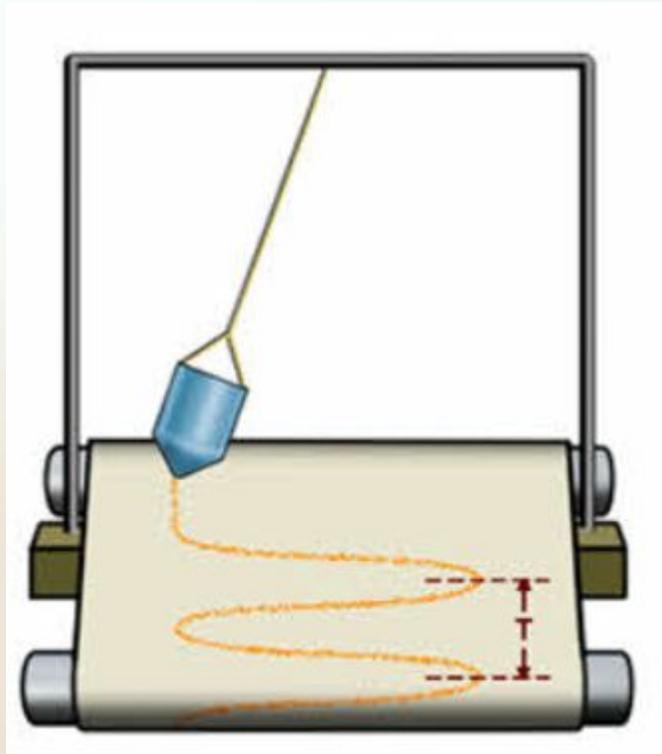
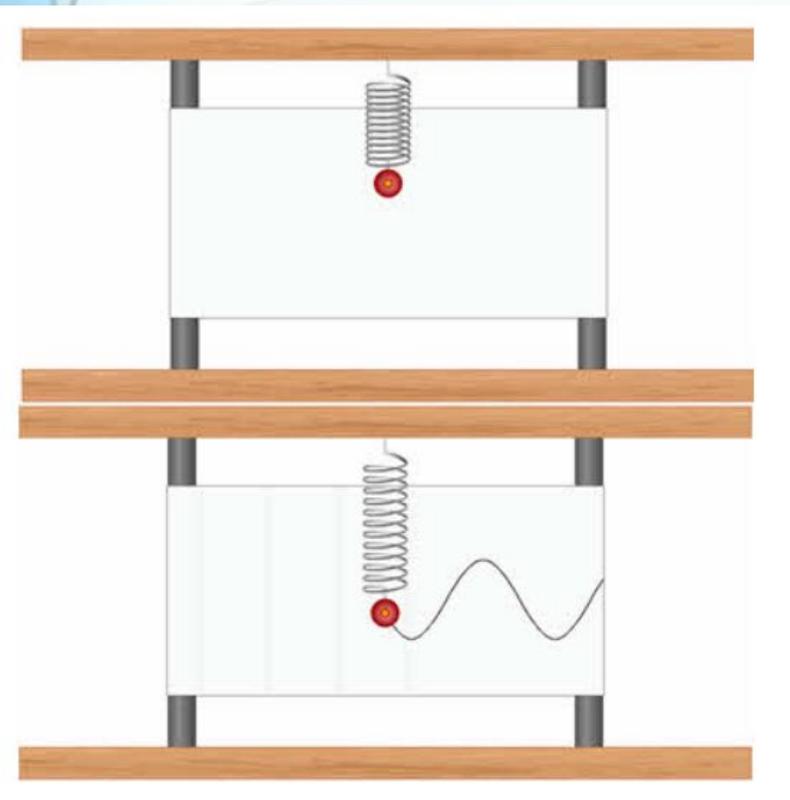
$$T = \frac{1}{\nu}$$

Свободные колебания в отсутствие трения и сопротивления воздуха называются **собственными колебаниями**, а их частота — **собственной частотой колебательной системы**

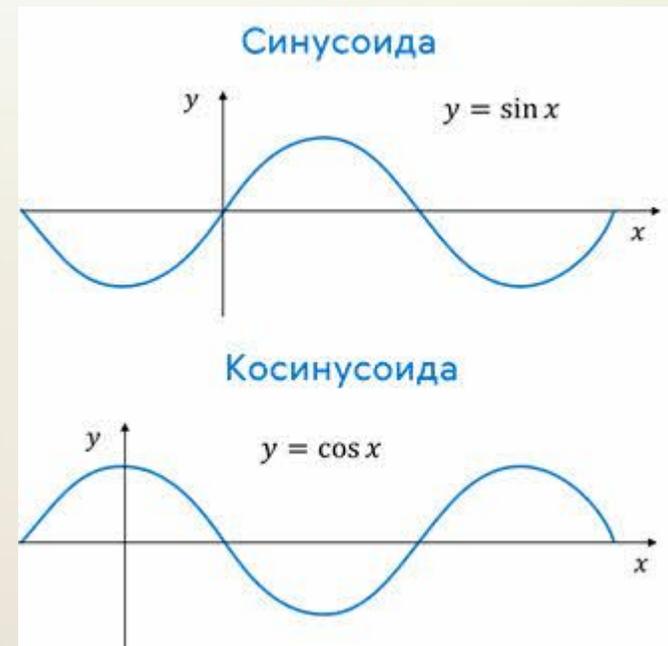
# Гармонические колебания

# График гармонических колебаний

**Гармоническими** называются такие **колебания**, которые происходят под действием силы, пропорциональной смещению колеблющегося тела и направленной противоположно этому смещению

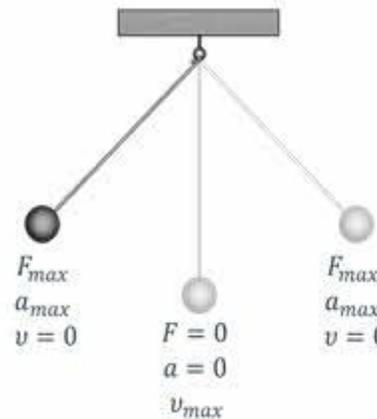
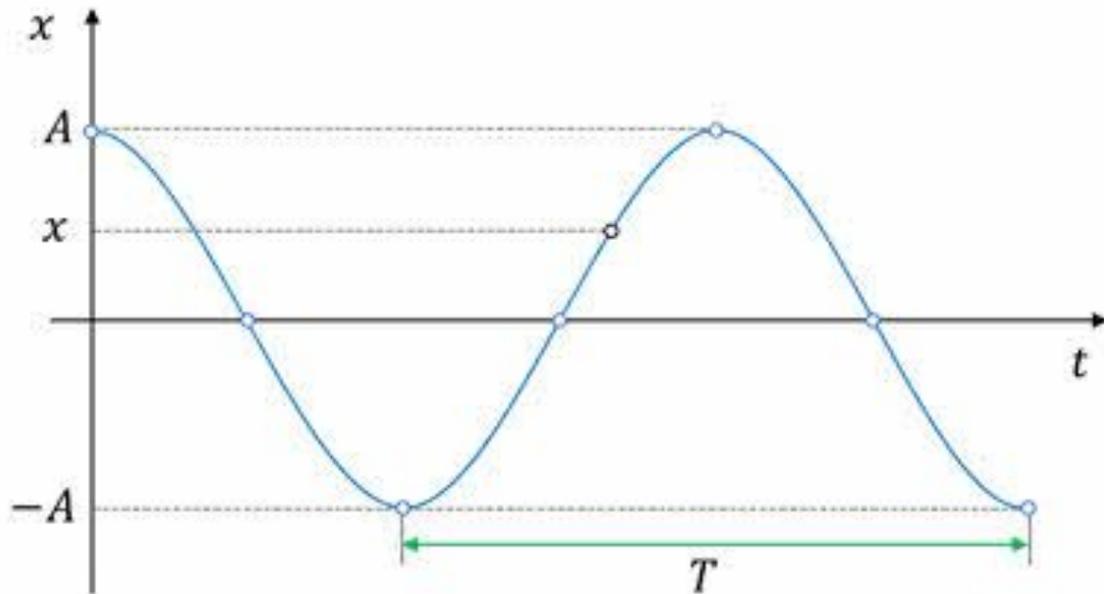


$$y = \sin x$$
$$y = \cos x$$

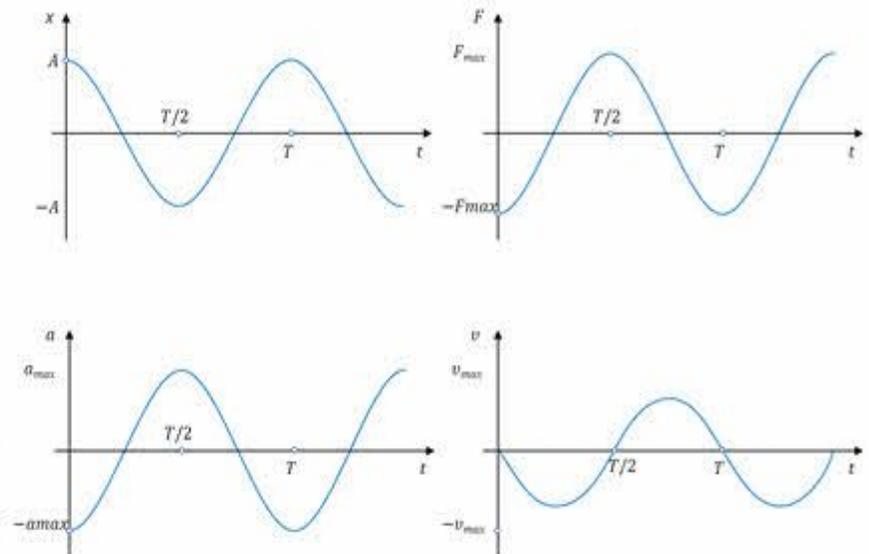


# Определение характеристик колебательного движения по графику

**Гармоническими колебаниями** называются периодические изменения во времени физической величины, происходящие по закону синуса или косинуса

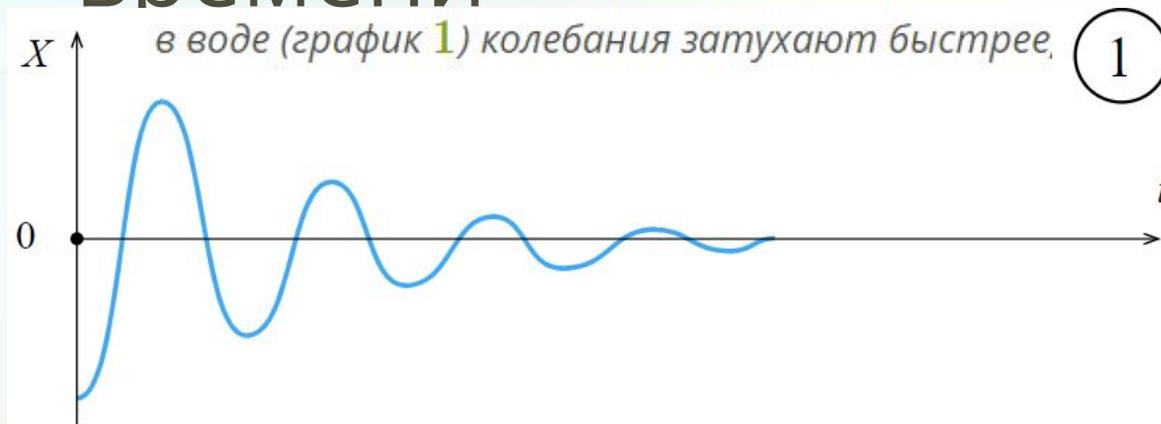
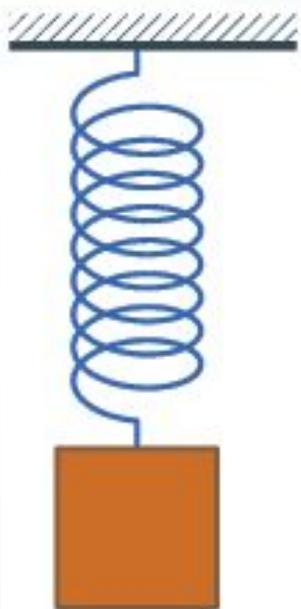


2-й закон Ньютона:  $a_x = \frac{F_x}{m}$ .  
Закон Гука:  $F_x = -kx$ .



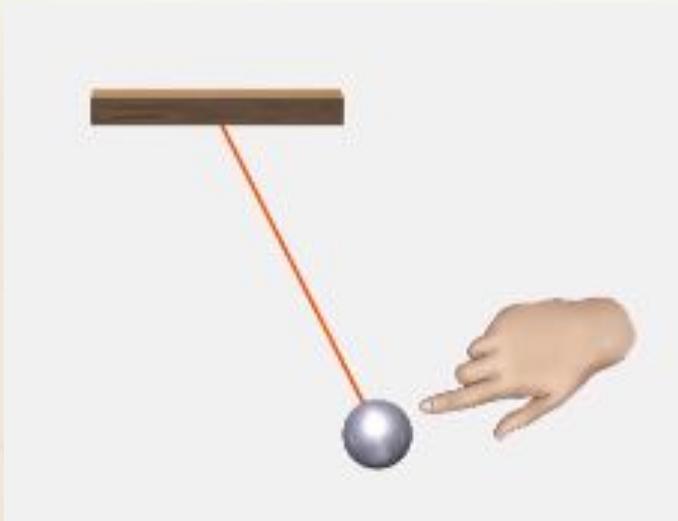
# Затухающие и вынужденные колебания. Резонанс

# Затухающие колебания — это колебания, энергия которых уменьшается с течением времени

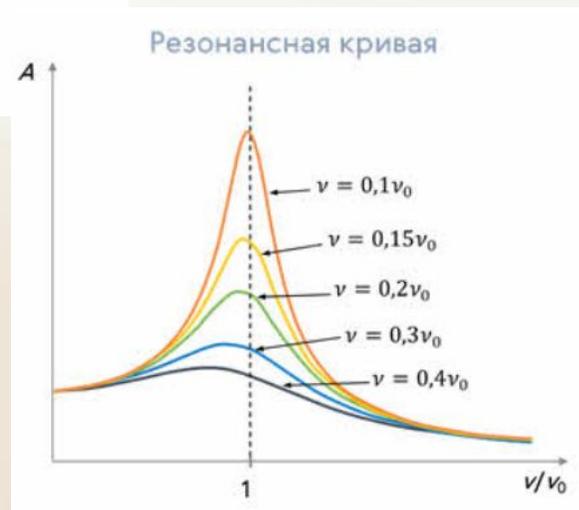
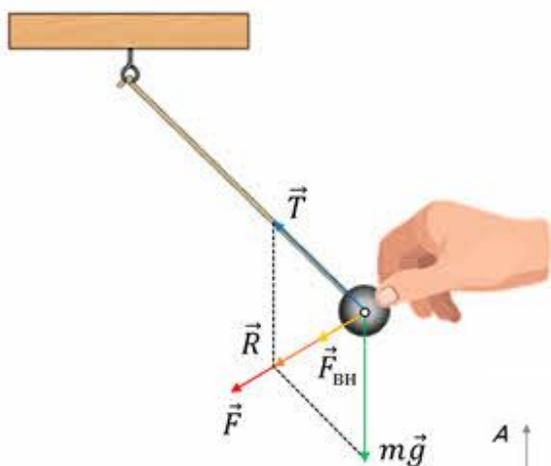


Колебания, происходящие под действием внешней периодически изменяющейся силы, называются **вынужденными колебаниями**

Внешняя периодически изменяющаяся сила, вызывающая эти колебания, называется **ё**



Явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний при равенстве частот вынуждающей силы и собственной частоты колебательной системы называется **резонансом**



# Разрушительное действие резонанса

Бас-Шен до обрушения  
1850 г.



Бас-Шен после обрушения  
1850 г.



Египетский мост до обрушения



Египетский мост после обрушения  
1905 г.



# Распространение колебаний в среде. Волны

Возмущения, распространяющиеся в пространстве, удаляясь от места их возникновения, называются **волнами**

**Упругие волны** – это механические возмущения, распространяющиеся в упругой среде

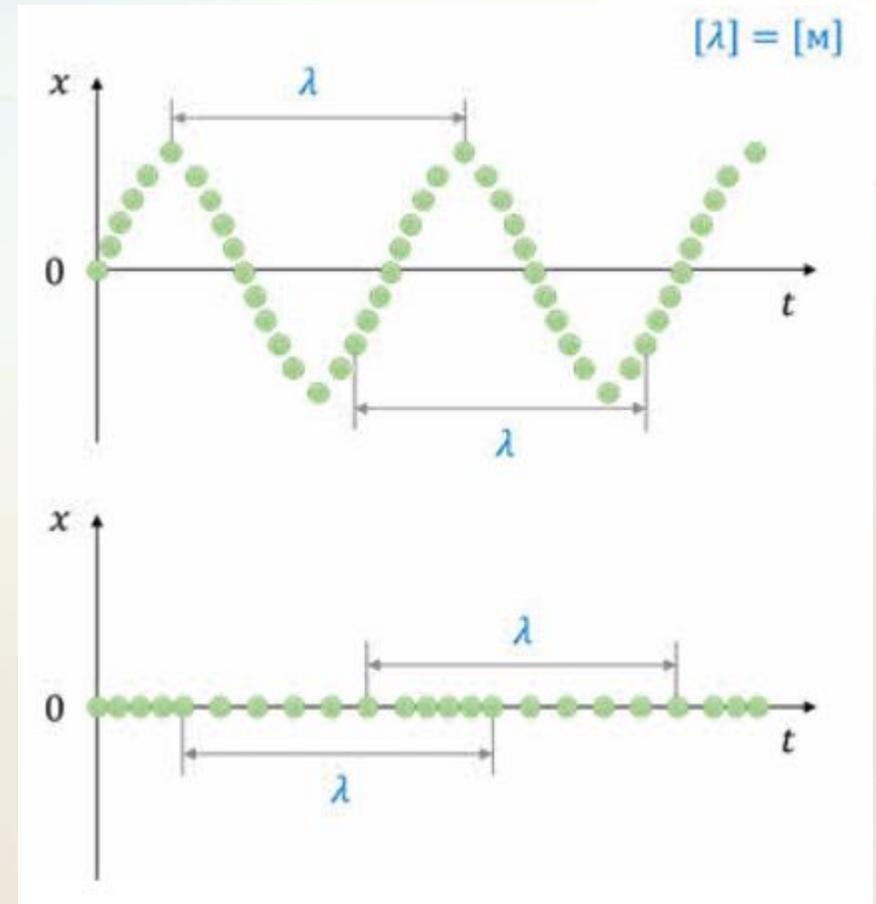
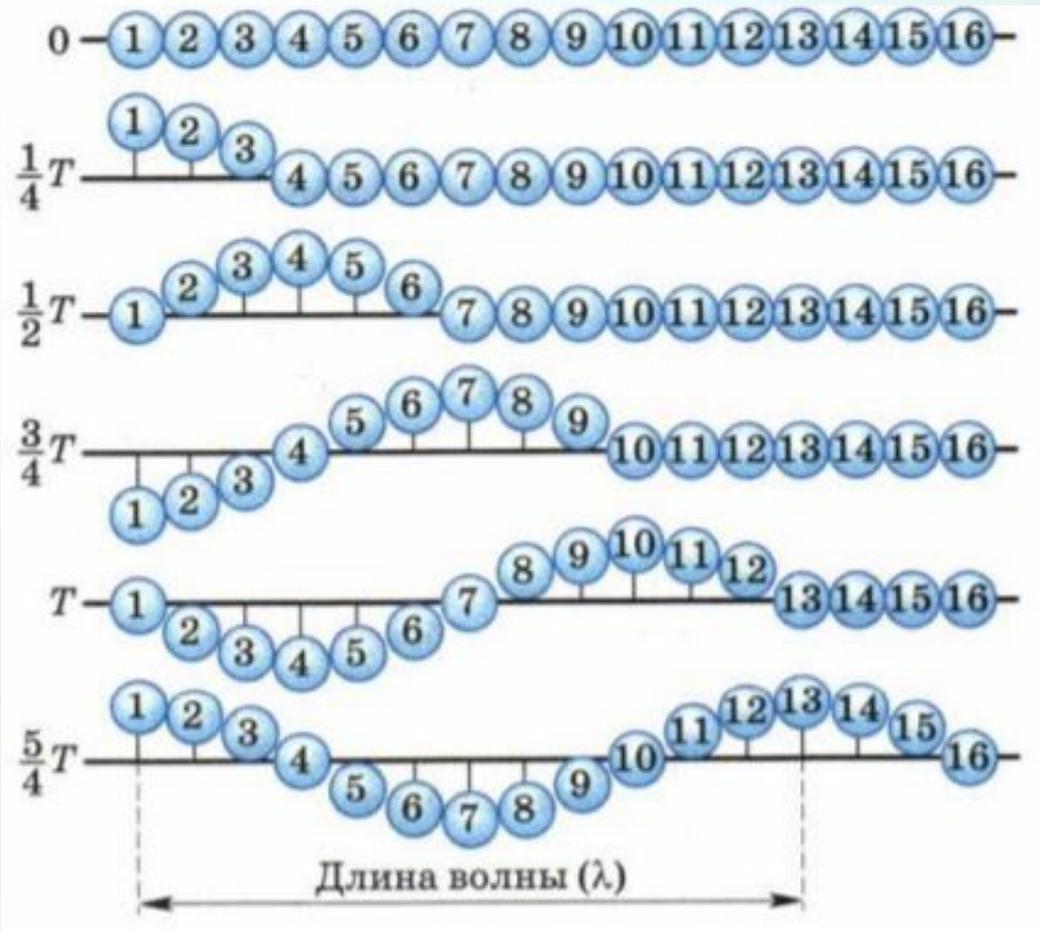
Волны, в которых колебания происходят вдоль направления распространения волны, называются **продольными волнами**

Волны, в которых колебания происходят перпендикулярно направлению их распространения, называются **поперечными волнами**

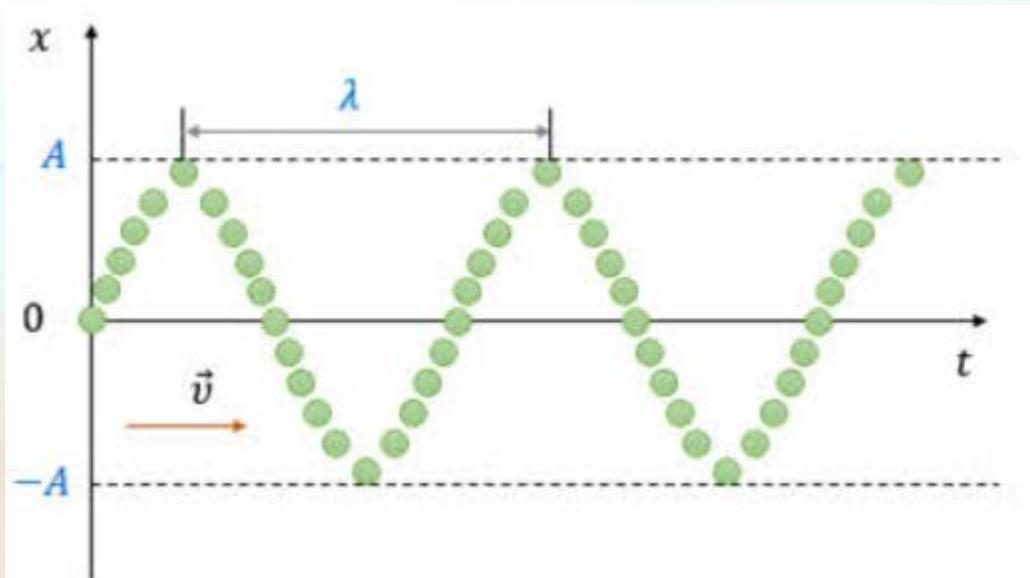


# Длина волны. Скорость распространения волн

*Расстояние между ближайшими друг к другу точками, колеблющимися в одинаковых фазах, называется **длиной волны***



Скорость распространения колебаний в среде называется **скоростью волны**



$$\lambda = vT$$

$v$  – скорость волны, м/с

$\lambda$  – длина волны, м

$T$  – период волны, с

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

$$T = \frac{1}{\nu} \quad \lambda = \frac{v}{\nu}$$

# Решение задач

**858.** Какова частота колебаний поршня двигателя автомобиля, если за 0,5 мин поршень совершает 600 колебаний?

**859.** Частота колебаний крыльев вороны в полете равна в среднем 3 Гц. Сколько взмахов крыльями сделает ворона, пролетев путь 650 м со скоростью 13 м/с?

**1722.** Точка на натянутом проводе колеблется с частотой 1 кГц. Амплитуда колебаний точки 1 мм. Какой путь пройдет точка за 0,2 с? (Колебания считаем незатухающими.)

**1765.** За время наблюдения 15 с прошло шесть гребней волн. Каков период колебаний частиц воды?

**1764.** Морские волны распространяются со скоростью 5 м/с, расстояние между соседними гребнями 2 м. Найдите период и частоту колебаний бакена.

**1767.** По озеру прошел катер. Волна от него дошла до берега за 1,5 мин, расстояние между соседними гребнями 2 м, а время между двумя последовательными ударами волн о берег — 3 с. Определите расстояние от берега до катера.