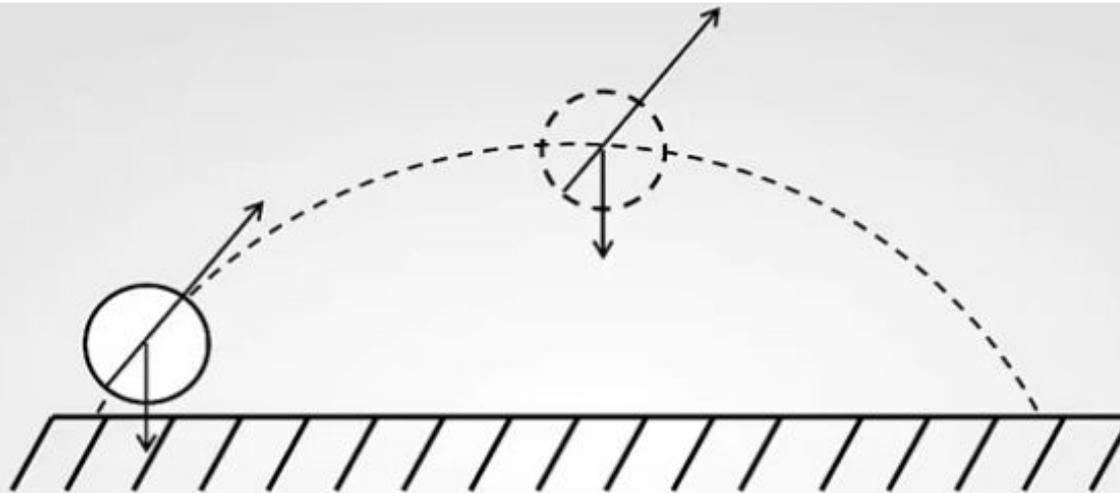


Динамика. Законы механики Ньютона

Динамика- раздел механики, устанавливающий причины возникновения движения.



Основная задача динамики состоит в определении положения тела в произвольный момент времени по известному начальному положению, начальной скорости и силам, действующим на тело.

ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА. ПЕРВЫЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

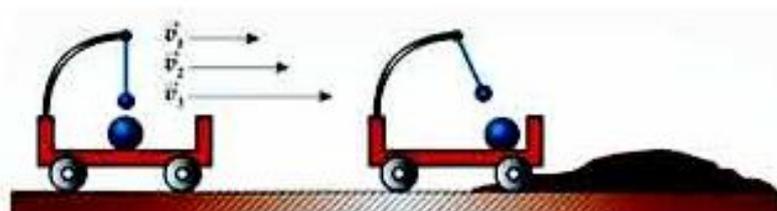
Системы отсчета, в которых выполняется 1-й закон Ньютона, называются инерциальными системами отсчета.

Все системы отсчета, движущиеся прямолинейно и равномерно относительно данной инерциальной системы отсчета, тоже являются инерциальными.

Системы отсчета, движущиеся относительно любой инерциальной системы отсчета с ускорением, являются неинерциальными.

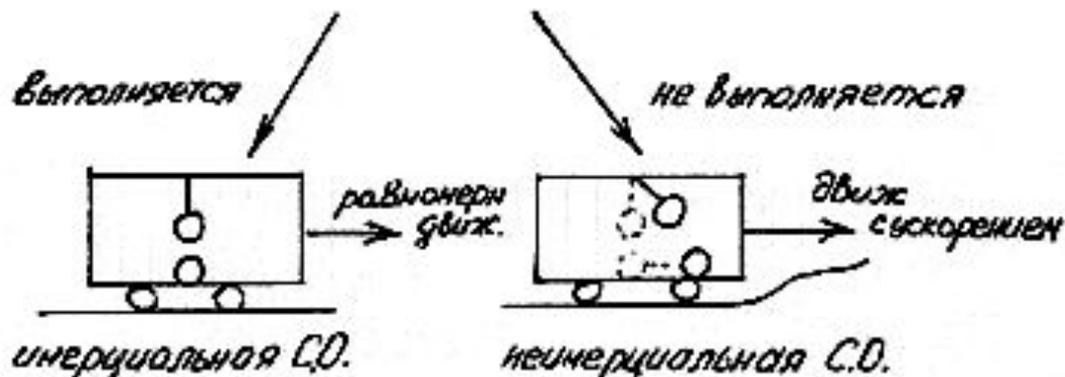
В реальной жизни Землю можно считать инерциальной системой отсчета при исследовании движения автомобиля и нельзя – при исследовании полета ракеты, т.к. приходится учитывать вращение Земли.

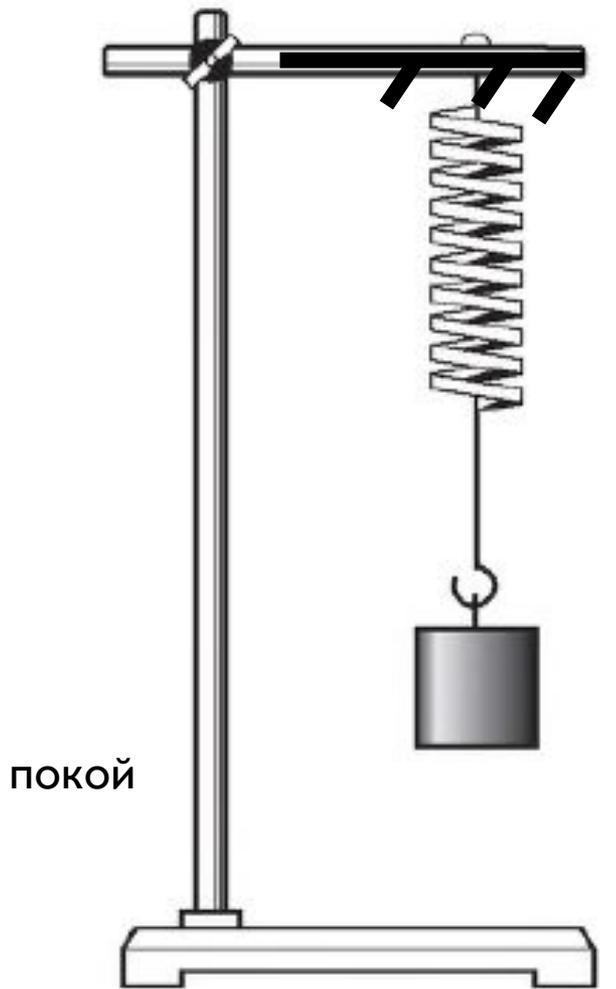
ПЕРВЫЙ ЗАКОН НЬЮТОНА



Современная формулировка первого закона Ньютона:

Существуют такие системы отсчета, в которых тела сохраняют свою скорость неизменной, если на них не действуют другие тела.





покой



\rightarrow
 g
Изменени
е
скорости



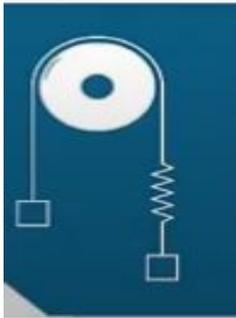
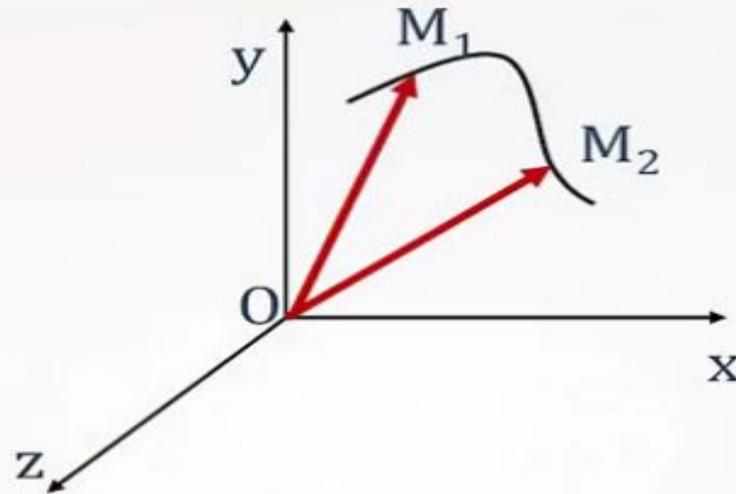
\rightarrow
 $-g$
Изменени
е
скорости



Земля

Первый закон

Ньютона
Существуют такие системы отсчета, в которых тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения (РПД), если на него не действуют другие тела или действие этих тел скомпенсировано.



Инерциальная система отсчёта — это система отсчёта, относительно которой тело при компенсации внешних воздействий движется прямолинейно и равномерно.

Второй закон Ньютона

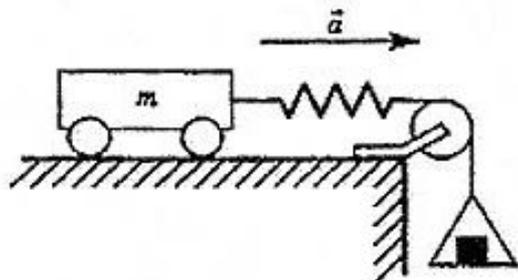
Векторная сумма сил, действующих на тело (резльтирующая F), равна произведению массы тела m на его ускорение a

Второй закон Ньютона определяет:

как движется тело, если на него действует сила? - с ускорением!

Причиной возникновения ускорения является сила, действующая на тело.

$$\vec{F} = m\vec{a}$$



Ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей сил, приложенных к телу, и обратно пропорционально его массе.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Единица измерения силы в СИ: 1Н

Сила 1Н -это такая сила ,которая телу массой 1кг придает ускорение 1м/с².

Ускорение, приобретаемое телом в результате действия силы, направлено также, как и сила.

\vec{F}	— сила, действующая на тело	Н
\vec{a}	— ускорение, сообщаемое телу	м/с ²
m	— масса тела	кг

2-ой закон Ньютона справедлив только в инерциальных системах отсчета.

Третий закон Ньютона

Тела действуют друг на друга с силами, равными по модулю, противоположными по направлению (силы создаются парно)

$$\text{O} \rightarrow F_{12} \quad F_{21} \leftarrow \text{O} \quad \vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

В природе никогда не бывает одностороннего действия одного тела на другое, между телами всегда возникает взаимодействие.

Одна из этих сил называется действующей, а другая - противодействующей.

Эти силы:

- действуют вдоль одной прямой;
- направлены в противоположные стороны;
- равны по величине;
- приложены к разным телам, поэтому не уравнивают друг друга;
- одинаковой природы.



Силы в природе

Гравитационные

Электромагнитные

Ядерные
(сильные)

Слабые

Силы в механике

Тяготения

Упругости

Трения



Всемирное тяготение

Сила, с которой притягиваются любые два тела друг к другу называется гравитационной (сила тяготения)



$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \frac{\text{М}^2}{\text{КГ}^2}$$

— гравитационная постоянная

m_1, m_2 — массы двух тел

r — расстояние между ними

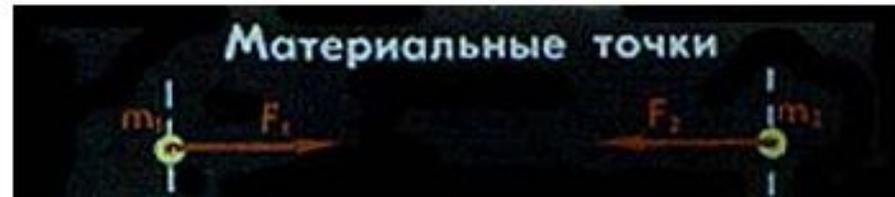
В каких-то случаях тела могут приниматься материальными точками, размеры и форма которых пренебрежимо малы

Сила взаимного притяжения двух тел прямо пропорциональна произведению масс этих тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.



УСЛОВИЯ ПРИМЕНИМОСТИ ЗАКОНА ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ

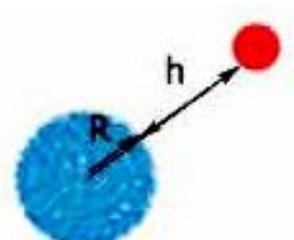
1. если размеры тел много меньше, чем расстояния между ними;



2. если оба тела шары и они однородны;

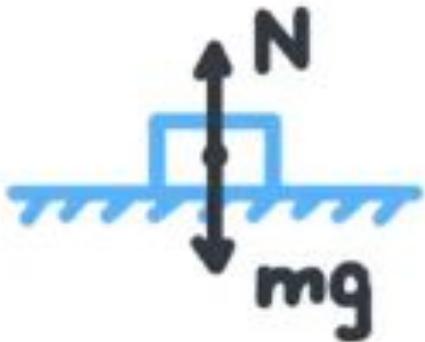


3. если одно тело большой шар, а другое находится вблизи него



Сила реакции опоры

Сила, с которой поверхность **реагирует** на тело, отталкивая его, имеет электрическую природу (отталкивание молекул)



$$N = mg$$

В

с

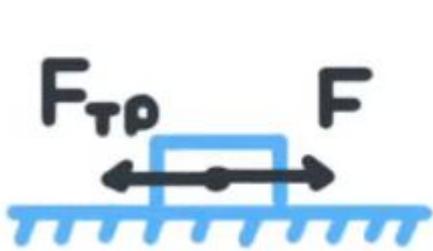
Сила давления тела на опору (не всегда сила тяжести!), приложена не к телу, а к **опоре**, связана с **N** по третьему закону Ньютона

$$\vec{P} = -\vec{N}$$



Сила трения

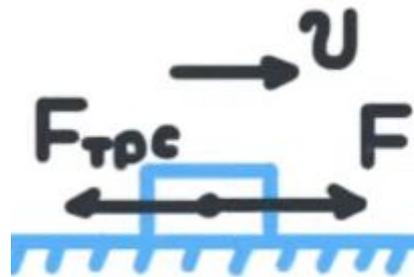
Сила, появляющаяся при относительном движении двух тел и **препятствующая** этому движению, направлена **против** перемещения



Сила трения покоя

Сила, направленная против **(будущего)** движения тела, которое **пытаются** сдвинуть

$$F_{\text{тр}} = F$$



Сила трения скольжения

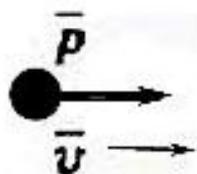
Максимальная сила трения, (при движении тела), связана с силой N по **закону Кулона-Амонтона**

$$F_{\text{трс}} = \mu N$$



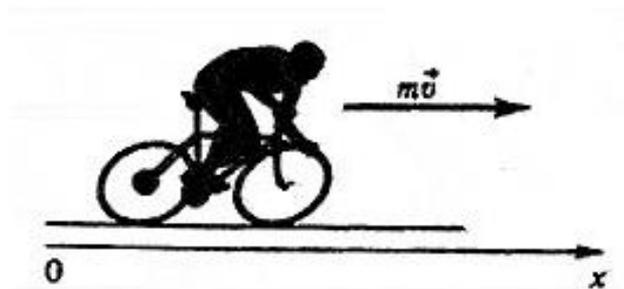
ИМПУЛЬС ТЕЛА

Импульс тела - это физическая векторная величина, равная произведению массы тела на его скорость.



Вектор импульса тела направлен так же как и вектор скорости этого тела.

$$\vec{p} = m\vec{v}$$



\vec{p}	— импульс тела (количество движений)	кг · м/с
m	— масса тела	кг
\vec{v}	— скорость тела	м/с



Закон сохранения импульса.

$$p_{\text{сист}} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = \text{const}$$

Векторная сумма импульсов взаимодействующих тел, составляющих замкнутую систему, остается неизменной.

Замкнутой называется система тел, взаимодействующих только друг с другом и не взаимодействующих с другими телами.

импульс системы тел могут изменить только внешние силы, причем изменение импульса системы совпадает по направлению с суммарной внешней силой.

если сумма внешних сил $= 0$, то импульс системы тел сохраняется.



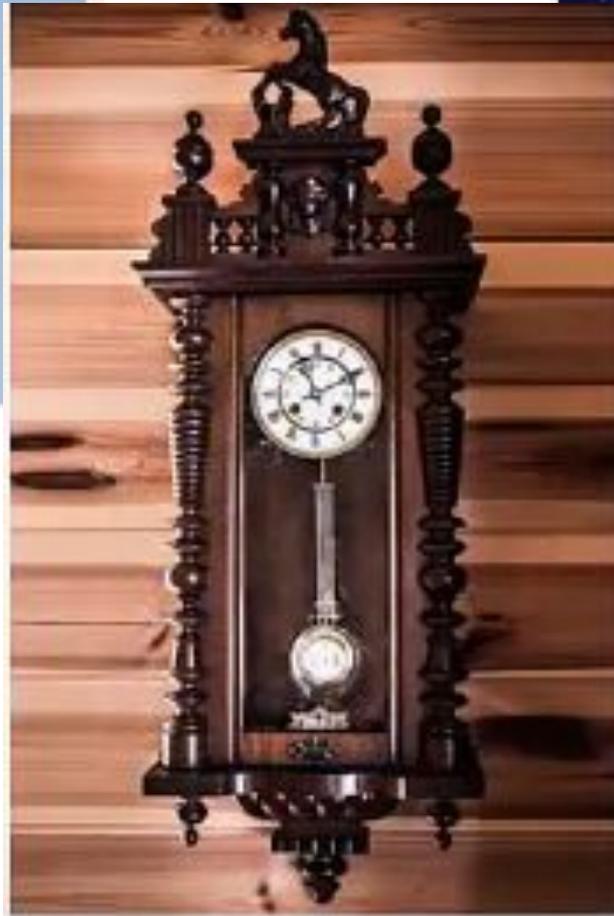
Закон сохранения энергии

$$E = E_{\text{к}} + E_{\text{п}} = \text{const}$$

Закон сохранения механической энергии: в изолированной системе, в которой действуют консервативные силы, механическая энергия сохраняется.



Механические колебания и волны



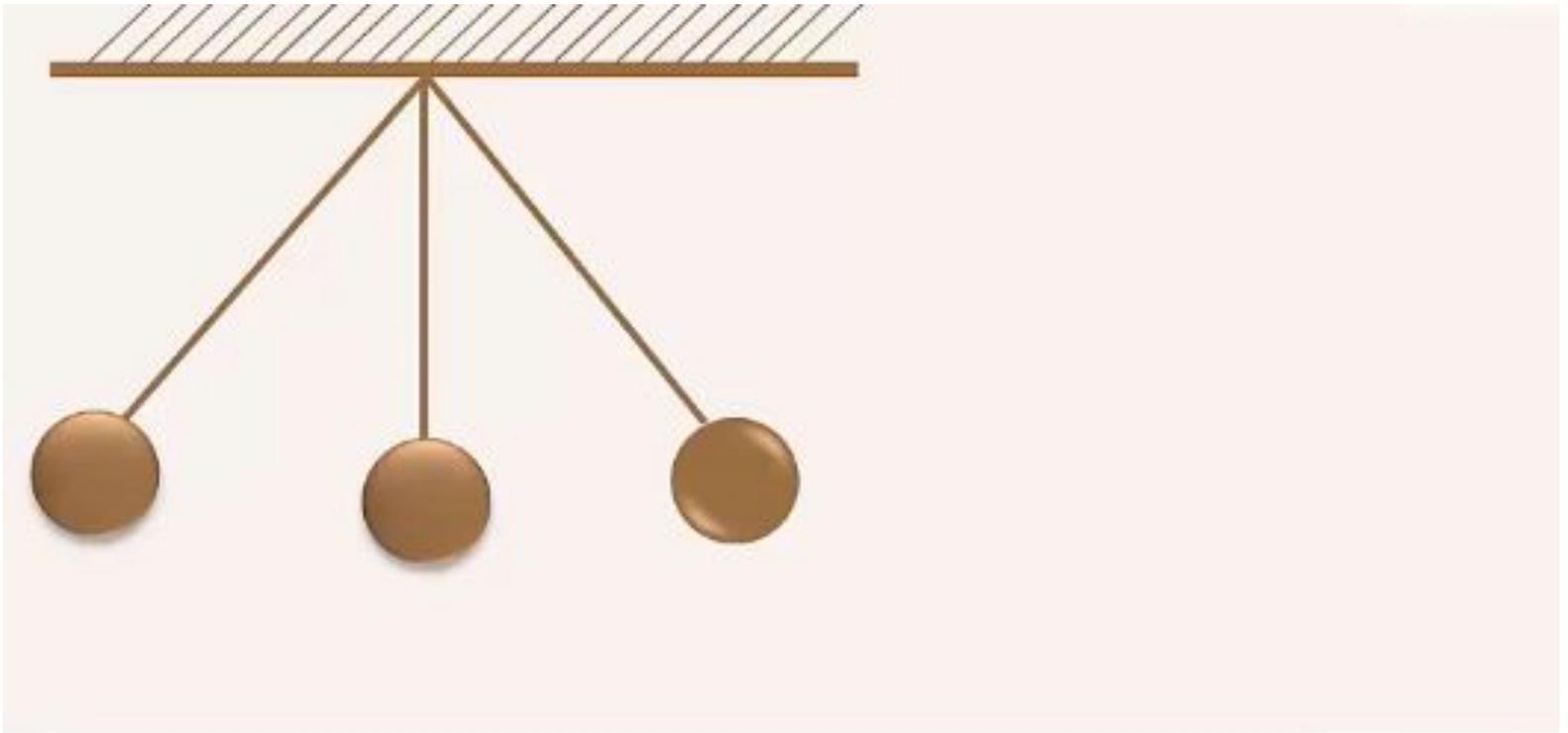
Колебания – один из самых распространенных процессов в природе и технике.

Колеблются крылья насекомых и птиц в полете, высотные здания и высоковольтные провода под действием ветра, маятник заведенных часов и автомобиль на рессорах во время движения, уровень реки в течение года и температура человеческого тела при болезни.

Колебания бывают механические, электромагнитные, химические, термодинамические и различные другие. Несмотря на такое разнообразие, все они имеют между собой много общего и поэтому описываются одними и теми же уравнениями.

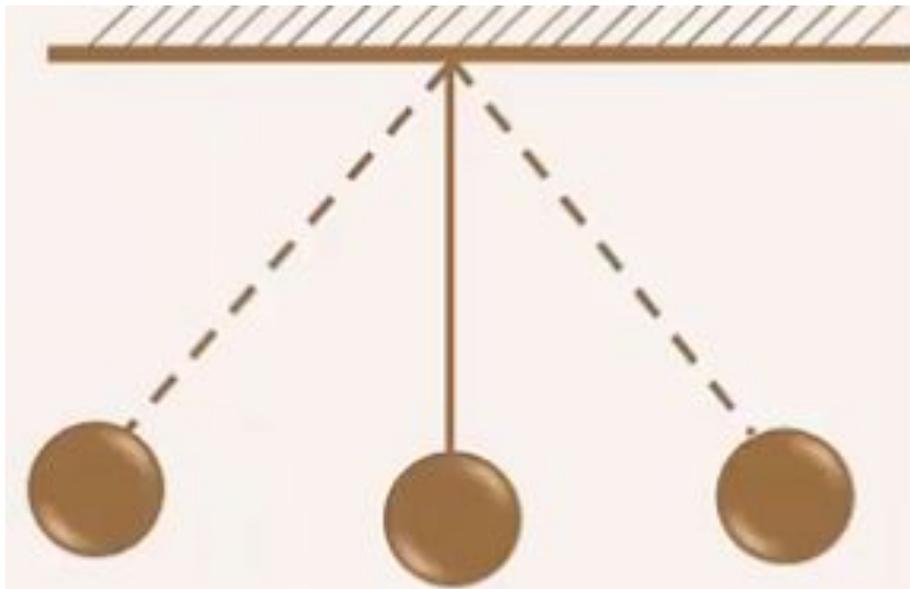
Свободными колебаниями называются колебания, происходящие благодаря начальному запасу энергии, приданному колеблющемуся телу. Чтобы тело совершало свободные колебания, необходимо вывести его из состояния равновесия.





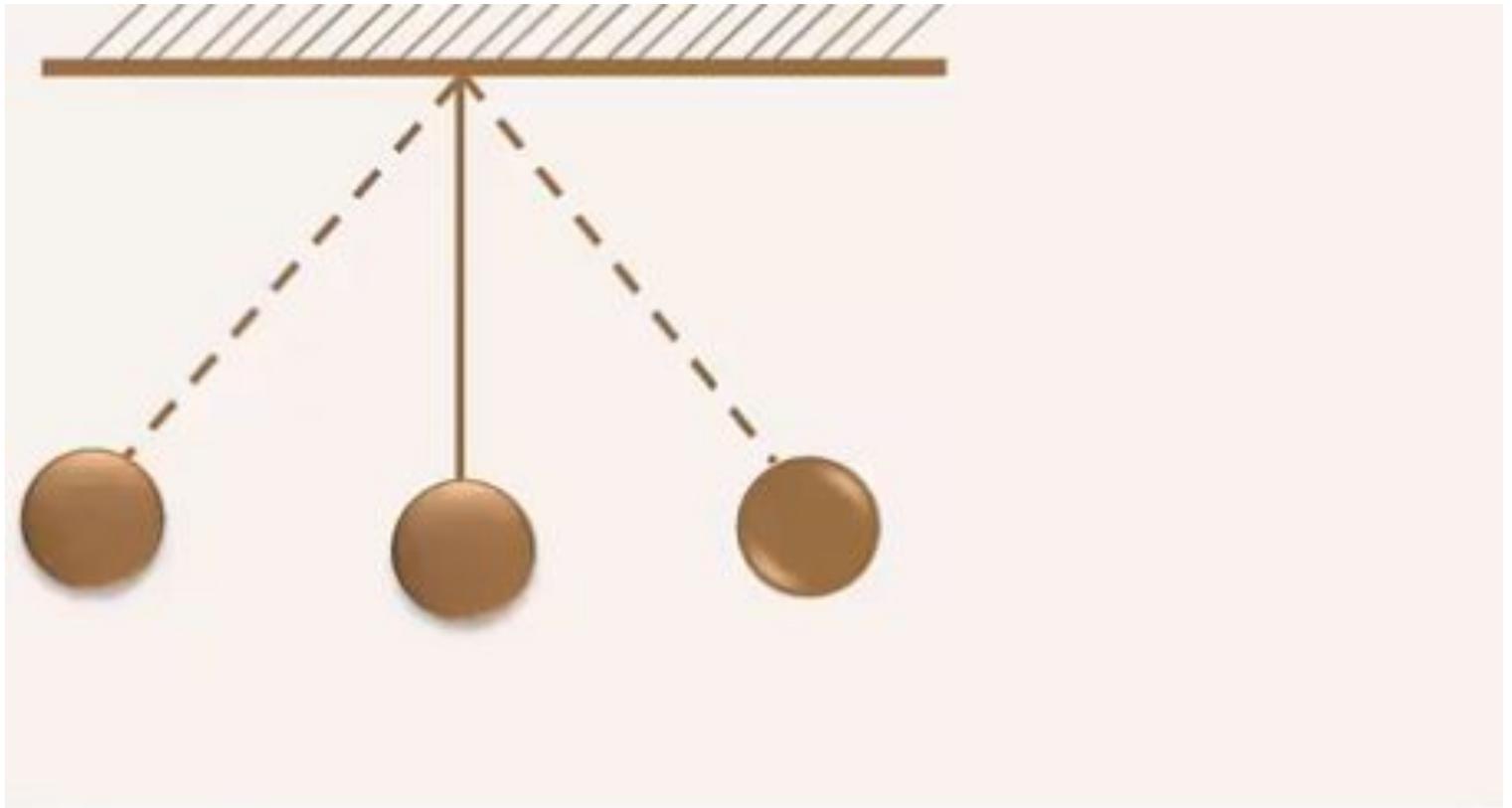
Механические колебания — это движения, которые точно или приблизительно повторяются через определённые интервалы времени.





Свободные колебания - колебания, которые совершает система под действием внутренних сил, после того как система выведена из положения равновесия.





Вынужденные колебания - колебания, которые совершает система под действием внешней периодически изменяющейся силы.



Условия возникновения свободных колебаний:

- ✓ наличие состояния устойчивого равновесия;
- ✓ наличие внутренней силы, возвращающей систему в состояние равновесия;
- ✓ наличие инертности, благодаря которой она не остаётся в состоянии равновесия;
- ✓ малое трение.

ГАРМОНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

Колебания, при которых изменения физических величин происходят по закону косинуса или синуса, называются гармоническими колебаниями.

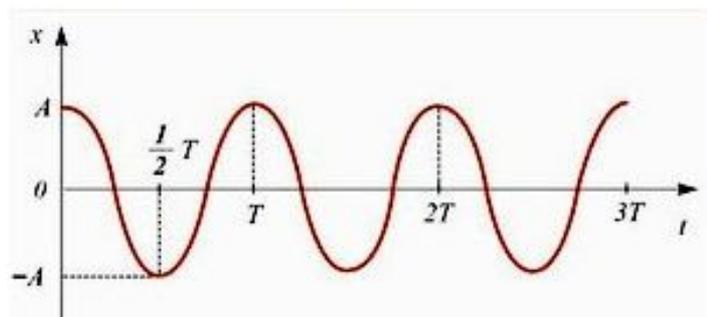
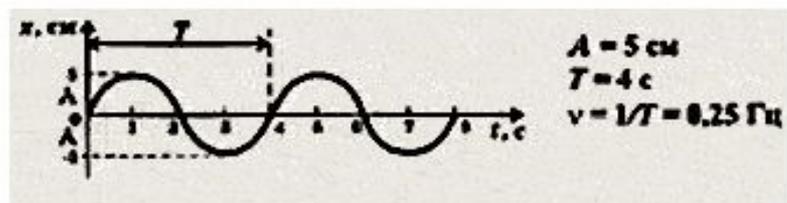


График гармонических колебаний маятника - показывает зависимость координаты маятника от времени.

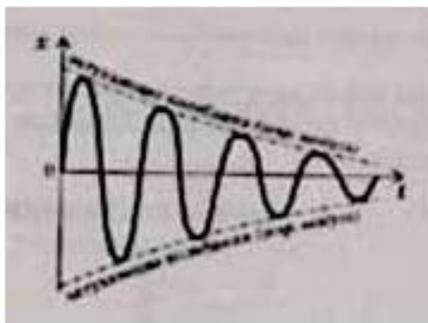


По графику можно определить амплитуду и период колебаний маятника и далее вычислить частоту колебаний.



ЗАТУХАЮЩИЕ КОЛЕБАНИЯ. ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ. ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Затухающими называются колебания, энергия и амплитуда которых уменьшается с течением времени. Затухание свободных механических колебаний связано с убыванием механической энергии за счет действия сил сопротивления и трения.



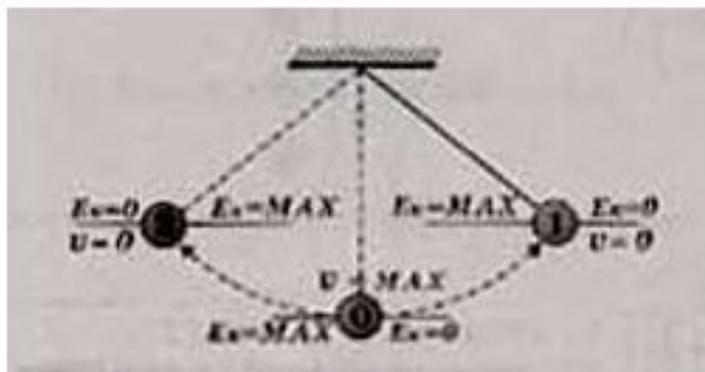
ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ ПРИ КОЛЕБАТЕЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ

Колебания маятника возможны благодаря начальному запасу механической энергии, которая придается ему при выведении из положения равновесия.

При колебаниях маятника:

- в положении равновесия скорость и, следовательно, кинетическая энергия тела максимальны.
- потенциальная энергия маятника максимальна, когда кинетическая энергия (скорость) равна нулю.





При движении маятника из положения равновесия в положение с максимальным смещением кинетическая энергия превращается в потенциальную энергию.

При перемещении из положения с максимальным смещением в положение равновесия потенциальная энергия переходит в кинетическую.

Если колебания свободные, т.е. трение отсутствует, то выполняется закон сохранения механической энергии: сумма кинетической и потенциальной энергий остается неизменной.

ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ

Вынужденными колебаниями называются незатухающие колебания системы, которые вызываются действием внешней периодической силы.

Сила, вызывающая вынужденные колебания, называется вынуждающей или возмущающей силой.



Волна- это колебания, распространяющиеся в пространстве в течение времени. Механические волны могут распространяться только в какой-нибудь среде (веществе): в газе, в жидкости, в твердом теле. В вакууме механическая волна возникнуть не может.

Источником волн являются колеблющиеся тела, которые создают в окружающем пространстве деформацию среды.

Для возникновения волны нужна деформация (наличие $F_{упр}$) среды.

Для распространения волны нужна упругая среда.

Бегущая волна - волна, где происходит перенос энергии без переноса вещества.

Бегущая упругая волна- волна, где есть перенос энергии и возникает F упругости в среде распространения.

Среди механических волн мы будем рассматривать бегущие упругие волны.

Механические волны делятся на:

а) продольные

- колебания среды происходят вдоль направления распространения волн, при этом возникают области сжатия и разрежения среды.

- возникают в любой среде (жидкости, в газах, в тв. телах).

б) поперечные

-колебания среды происходят перпендикулярно направлению их распространения, при этом происходит сдвиг слоев среды.

- возникают только в твердых телах.



Волна- это колебания, распространяющиеся в пространстве с течением времени.

Поперечная – волна, при распространении которой отдельные ее участки совершают колебания в направлении, перпендикулярном направлению распространению волны.

Продольная- волна, колебания которой происходят вдоль направления распространения волны.



Основные характеристики волнового движения

1. **Период** – это время, за которое совершается одно колебание.

$$T = \frac{t}{n}, [T] = 1 \text{ с.}$$

2. **Частота** – это число колебаний в единицу времени.

$$\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}, [\nu] = 1 \text{ Гц.}$$

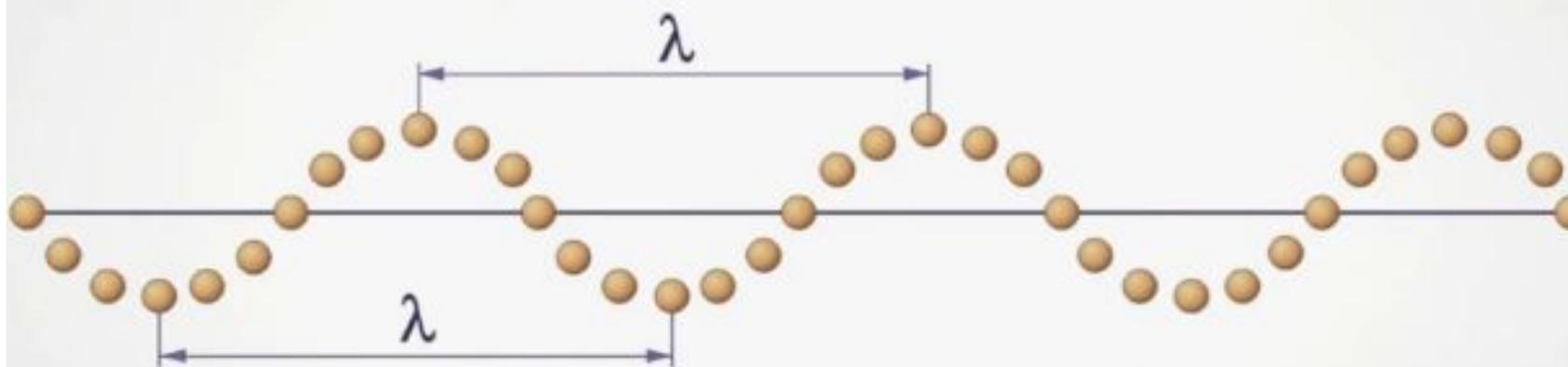
3. **Амплитуда** – это наибольшее отклонение от положения равновесия.

$$[A] = 1 \text{ м.}$$



4. **Длина волны** – расстояние, на которое распространяется волна за время, равное периоду.

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \nu T, [\lambda] = 1 \text{ м.}$$



5. **Скорость волны:**

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \nu, [v] = 1 \text{ м/с.}$$

