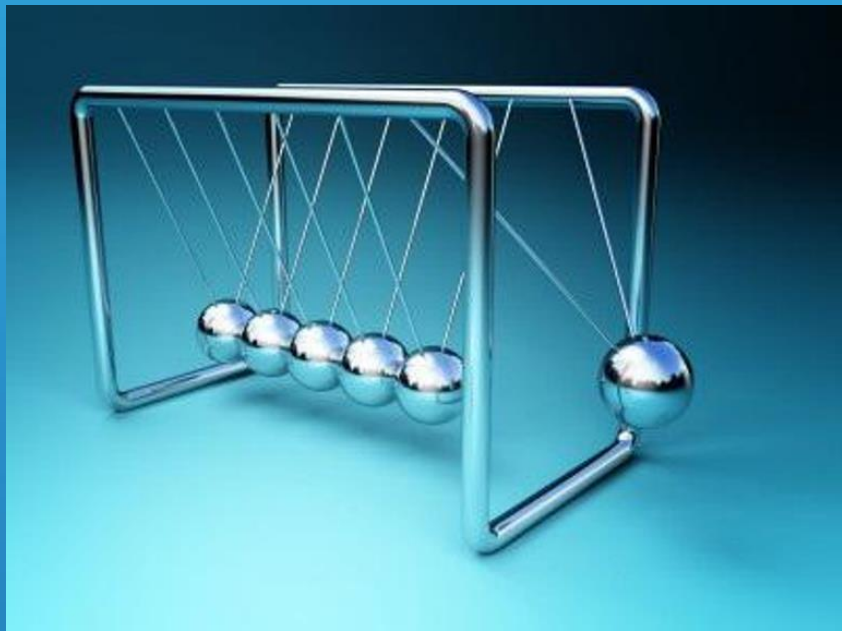


# Импульс тела. Закон сохранения импульса.



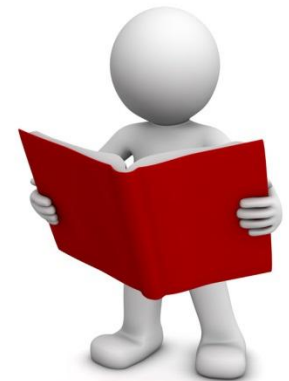
# Основные вопросы темы:

- импульс тела
- импульс силы
- замкнутая система
- закон сохранения импульса
- реактивное движение



# Повторение.

- Динамика
- Какие законы лежат в основе динамики?
- Сформулируйте первый закон Ньютона
- Сформулируйте второй закон Ньютона
- Сформулируйте третий закон Ньютона



**Законы Ньютона** позволяют решать задачи связанные с нахождением **ускорения** движущегося тела, если известны все действующие на тело силы, т.е.

**равнодействующая всех сил.**

Есть ситуации, в которых определить эти величины затруднительно или вообще невозможно.



*Ни модуль силы, ни их направлений мы точно установить не сможем, тем более что эти силы имеют крайне малое время действия.*

# Импульс тела.

## Что это такое? Зачем это нужно?



Понятие импульса было введено в физику французским ученым **Рене Декартом (1596 -1650г.)**, который назвал эту величину **«количеством движения**, которое никогда не увеличивается, не уменьшается, и, таким образом, если одно тело приводит в движение другое, то теряет столько же своего движения, сколько его сообщает.»

*с помощью импульса тела иногда удобнее описывать движение*

В обыденной жизни нам привычно  
**характеризовать движение тела скоростью.**

Если бы велосипедист наехал на небольшой забор на садовом участке, забор бы пострадал. Чем больше была бы скорость велосипедиста, тем сильнее пострадал бы забор. Но не все определяется скоростью.

Представьте себе, что со скоростью  $V=10$  м/с едет велосипедист. А рядом, параллельно с ним, едет тяжеленный грузовик. И грузовик тоже едет со скоростью  $V=10$  м/с.

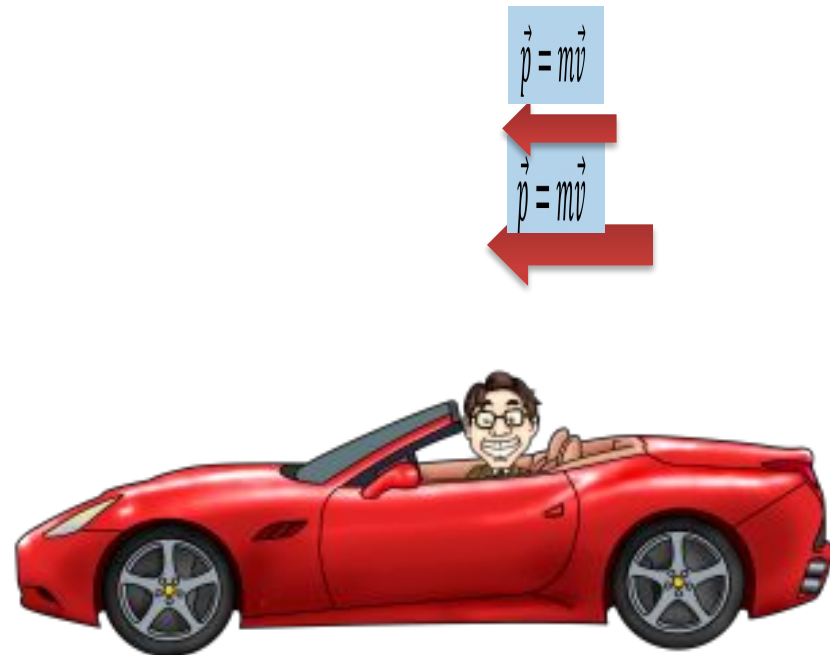
Будут ли отличаться последствия, если велосипедист наедет на забор или грузовик наедет на забор? Какую физическую величину, кроме скорости необходимо учитывать?



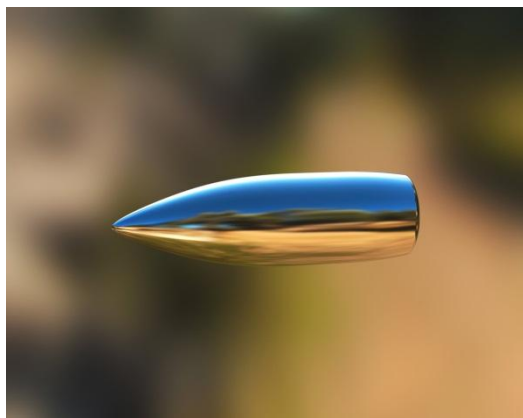
**Импульс тела** — это векторная физическая величина, равная произведению массы тела на его скорость.

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

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



То есть импульс (количество движения) показывает, как много движения "запасено" в теле. Получается, что одинаковое количество движения запасено в легкой пуле, летящей с огромной скоростью, и в вагоне трамвая, движущегося с очень маленькой скоростью.





Найдем взаимосвязь между **действующей на тело силой, временем ее действия, и изменением скорости тела.**

Запишем второй закон Ньютона:  $\vec{p} = m\vec{v}$

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t} \quad \vec{F}_p \Delta t = m\vec{v} - m\vec{v}_0$$

Сила, приложенная к телу равна отношению **изменения импульса** к промежутку времени, за который это изменение произошло:

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

Определите импульс автомобиля массой  $m$ , который едет со скоростью  $\vec{v}$ .  $\vec{p} = m\vec{v}$

Дано:

СИ

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

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

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

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

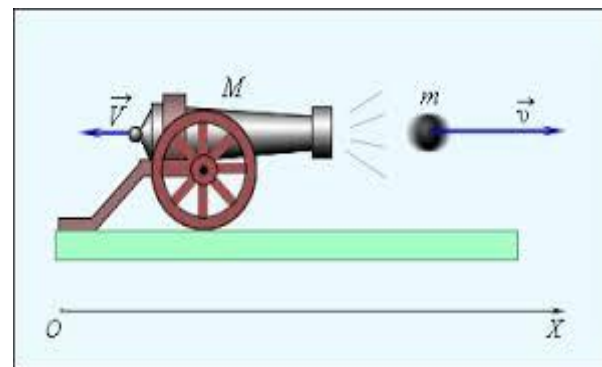
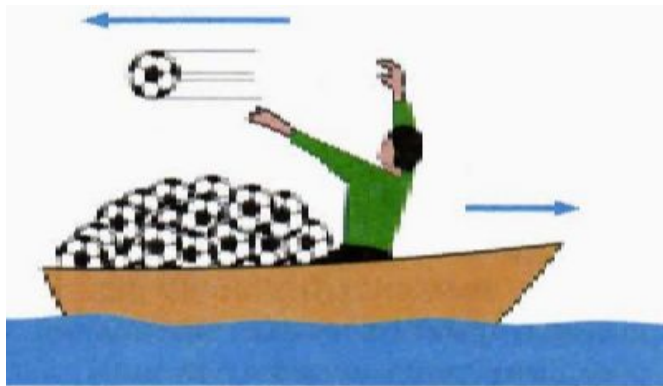
$$\vec{p} = m\vec{v}$$



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

Если два или несколько тел взаимодействуют только между собой (не подвергаются воздействию внешних сил), то эти тела образуют **замкнутую систему**.

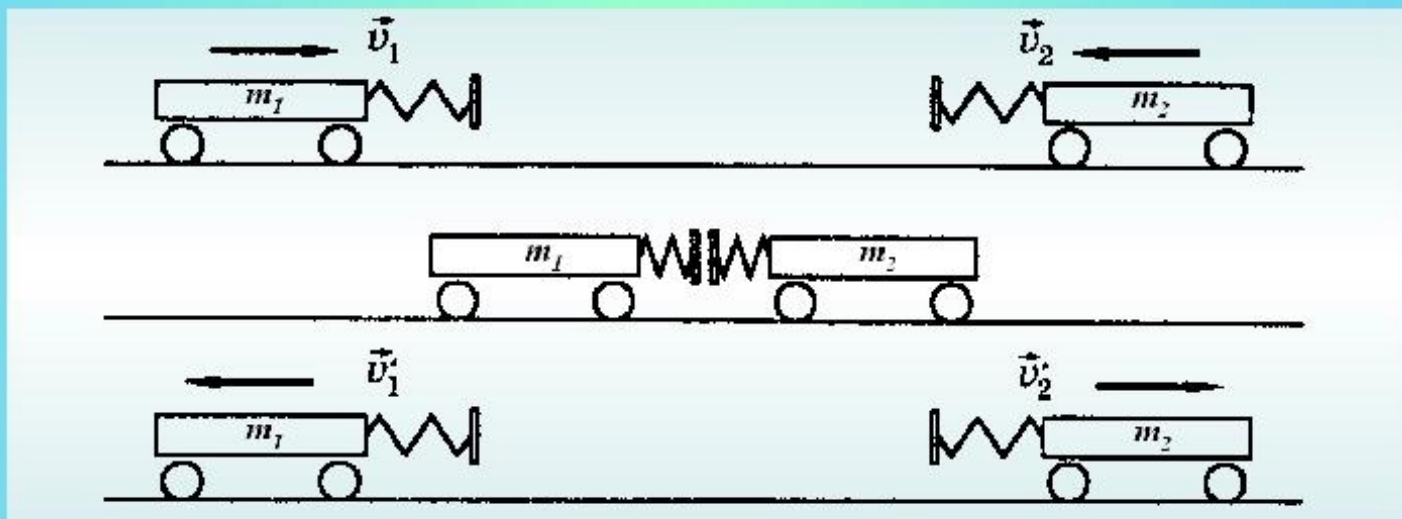
Импульс каждого из тел, входящих в замкнутую систему может меняться в результате их взаимодействия друг с другом.



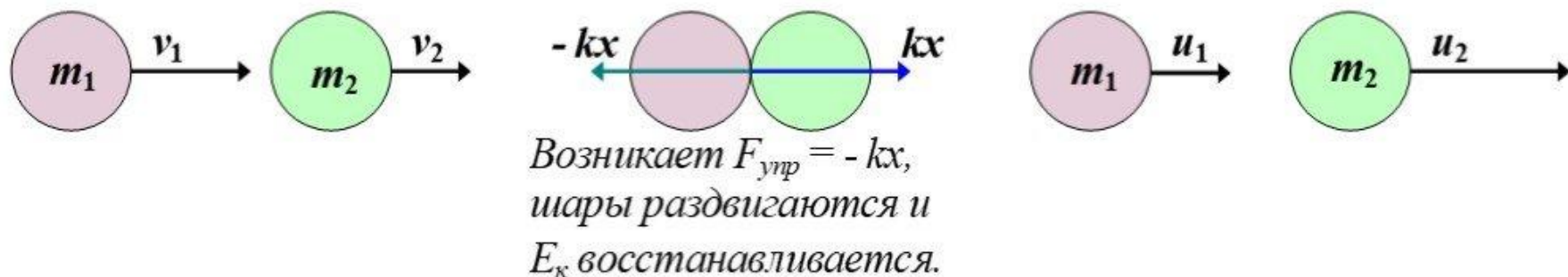
# Закон сохранения импульса

**Векторная сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, не меняется с течением времени при любых движениях и взаимодействиях этих тел.**

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$$



**Абсолютно упругий удар** – удар, при котором внутренняя энергия соударяющихся тел не изменяется.



Закон сохранения импульса:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2. (1)$$

Закон сохранения энергии:

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2}. (2)$$

$$m_1 \vec{v}_{10} + m_2 \vec{v}_{20} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

- Закон сохранения импульса для упругого удара

$$m_1 \vec{v}_{10} + m_2 \vec{v}_{20} = (m_1 + m_2) \vec{v}$$

- Закон сохранения импульса для неупругого удара

## Примеры применения закона сохранения импульса:

- явление отдачи при выстреле, явлении реактивного движения, взрывных явлениях и явлениях столкновения тел.
- применяют: при расчетах скоростей тел при взрывах и соударениях; при расчетах реактивных аппаратов; в военной промышленности при проектировании оружия; в технике - при забивании свай, ковке металлов и т.д.



**Реактивное движение** — это движение тела, возникающее при отделении некоторой его части с определенной скоростью относительно него.



*Яркий пример реактивного движения – надутый воздухом воздушный шарик, который, если его развязать, приходит в движение. Реактивная сила действует лишь до тех пор, пока продолжается истечение воздуха.*



# Реактивное движение в живой природе



каракатица



кальмар

Каракатица забирает воду в жаберную полость, а затем энергично выбрасывает струю воды через воронку. Она направляет трубку воронки в бок или назад и, выдавливая из неё воду, может двигаться в разные стороны.

Кальмар передвигается по принципу реактивного движения, вбирая в себя воду, а затем проталкивая ее через "воронку", и с большой скоростью двигается толчками назад.

**В технике** реактивное движение встречается на речном транспорте (катер с водометным двигателем), в авиации, космонавтике, военном деле.





## Реактивные двигатели

Ракетные

Воздушно-реактивные

**Ракетный двигатель (РД)** - реактивный двигатель, использующий для своей работы только вещества и источники энергии, имеющиеся в запасе на перемещающемся аппарате (летательном, наземном, подводном). Т. о., в отличие от воздушно-реактивных двигателей, для работы РД не требуется окружающая среда (воздух, вода).



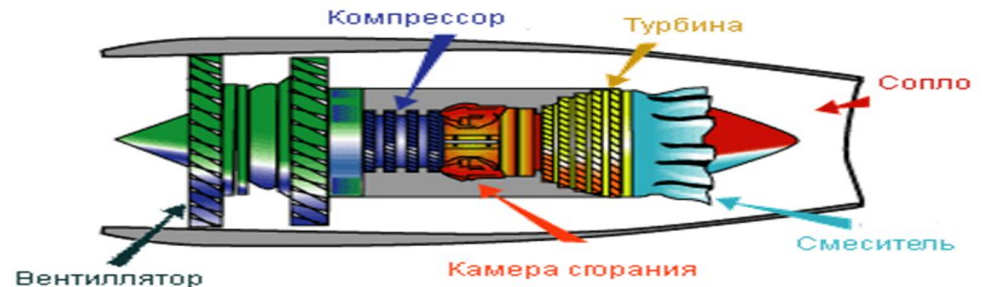


# Реактивные двигатели

Ракетные

**Воздушно-реактивные**

Реактивные двигатели необходимы для освоения космического пространства, с успехом используются в авиации.



**Воздушно-реактивные двигатели** в настоящее время применяют главным образом на самолетах. Основное их отличие от ракетных двигателей состоит в том, что окислителем для горения топлива служит кислород воздуха, поступающего внутрь двигателя из атмосферы.

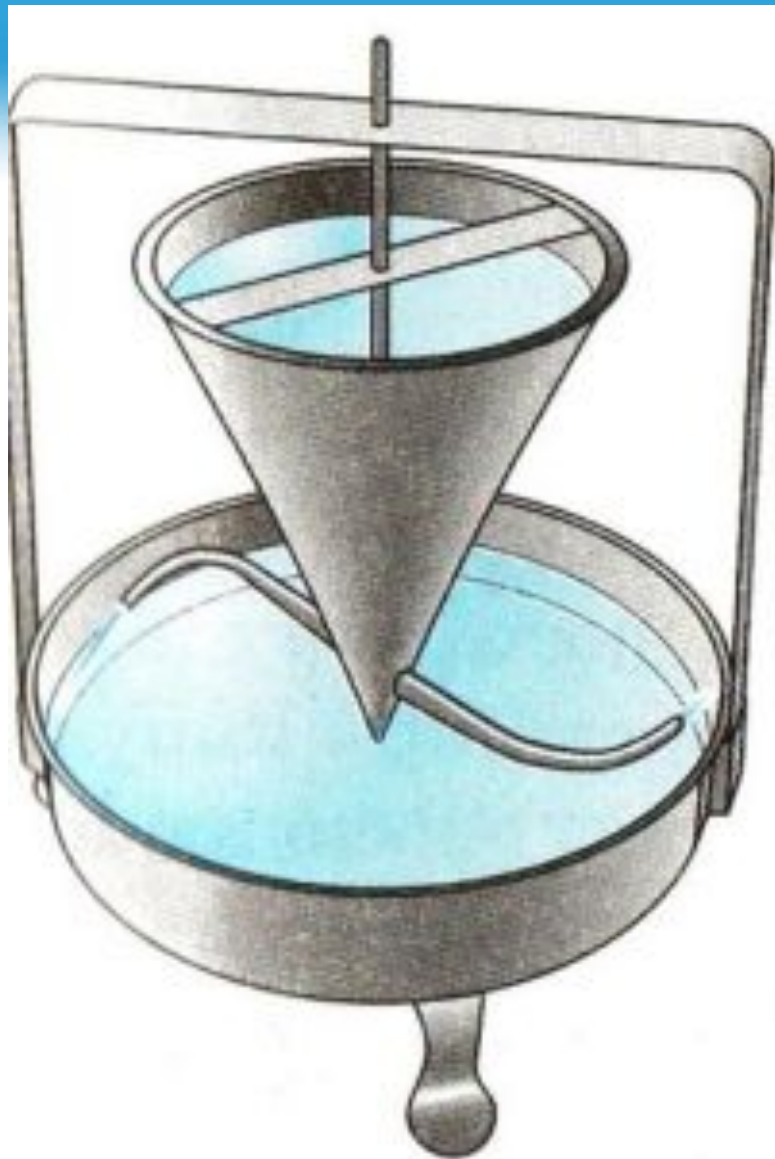
## Шар Герона



Герон Александрийский – греческий механик и математик.

В шар наливалась вода, которая нагревалась огнем. Вырывающийся из трубки пар вращал этот шар. Эта установка иллюстрирует реактивное движение.

# Сегнерово колесо.



Это - двигатель, основанный на **реактивном действии вытекающей воды**. Первая в истории гидравлическая турбина.

Расположенное в горизонтальной плоскости колесо без обода, у которого спицы заменены трубками с отогнутыми концами так, что вытекающая из них вода приводит сегнерово колесо во вращение.

Было изобретено **Иоганном Зегнером**.