

Импульс.

**Законы изменения и
сохранения импульса.
Реактивное движение.**

Импульс.

Простые наблюдения и опыты доказывают, что покой и движение относительны, скорость тела зависит от выбора системы отсчета; по второму закону Ньютона независимо от того, находилось ли тело в покое или двигалось, изменение скорости его движения может происходить только под действием силы, т. е. в результате взаимодействия с другими телами. Однако существуют величины, которые могут сохраняться при взаимодействии тел. Такими величинами являются энергия и импульс.

ПОЧЕМУ?

- Если мяч, летящий с большой скоростью, футболист может остановить ногой или головой, то вагон, движущийся по рельсам даже очень медленно, человек не остановит.
- стакан с водой находится на длинной полоске прочной бумаги. Если тянуть полоску медленно, то стакан движется вместе с бумагой. А если резко дернуть полоску бумаги - стакан остается неподвижный.
- Теннисный мяч, попадая в человека, вреда не причиняет, однако пуля, которая меньше по массе, но движется с большой скоростью (600—800 м/с), оказывается смертельно опасной.

Слово “**импульс**” в переводе с латинского означает “**толчок**”.

Понятие **импульса** было введено в физику французским ученым **Рене Декартом (1596-1650 г.)**, который назвал эту величину “количеством движения”

Импульс

тела

силы

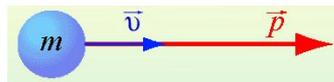
•это векторная физическая величина, являющаяся мерой механического движения и равная произведению массы тела на его скорость.

Из определения видно, что тело массой m будет иметь разную величину импульса при разных скоростях.

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

Направление импульса тела всегда совпадает с направлением вектора скорости движения.

$$\vec{p} \uparrow \uparrow \vec{v}$$



За единицу импульса в СИ принимают импульс тела массой 1 кг, движущегося со скоростью $1 \frac{м}{с}$, т. е. $1 \frac{кг*м}{с}$ (килограмм-

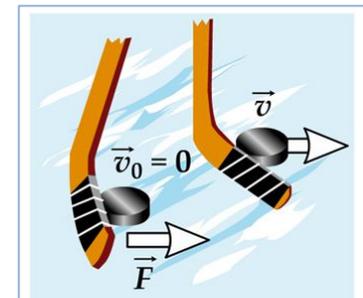
-это векторная физическая величина являющаяся мерой воздействия силы на тело за данный промежуток времени (временной характеристикой действия силы), равная произведению силы и длительности ее действия

$$\vec{I} = \vec{F}t$$

Направление импульса силы всегда совпадает с направлением вектора скорости движения.

$$\vec{I} \uparrow \uparrow \vec{F}$$

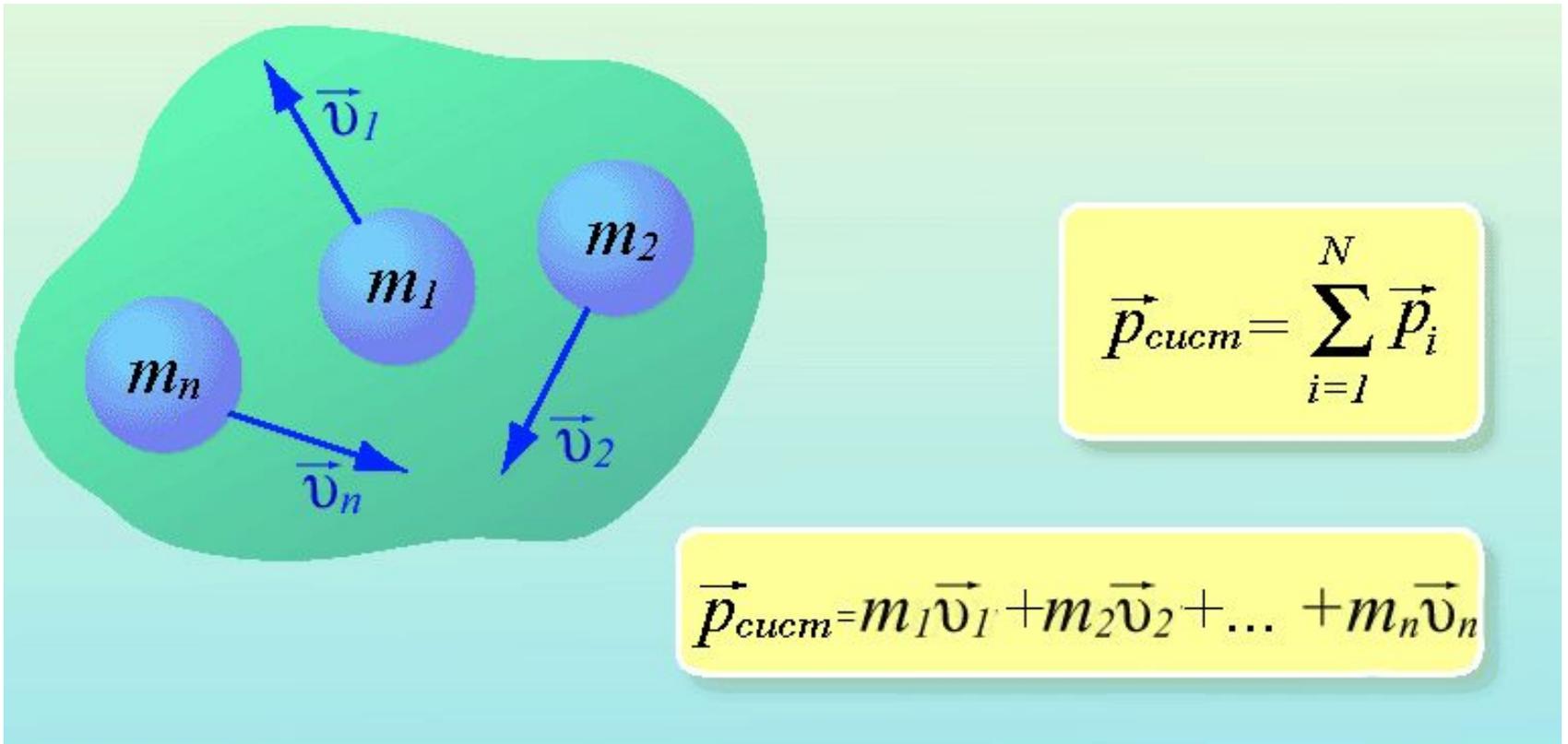
За единицу импульса в СИ принимают импульс силы, создаваемый силой 1Н, действующей в течение времени 1с, $1Н*с$ (ньютон-секунда)



Импульс силы – произведение силы на длительность её действия:

$$\vec{F} \Delta t$$

Импульс системы тел



Импульс системы тел равен геометрической (векторной) сумме импульсов тел, входящих в систему.

Закон изменения импульса.

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

Запишем второй закон Ньютона $F = ma$ (1)

Запишем определительную формулу ускорения $a = \frac{v - v_0}{t - t_0}$ (2)

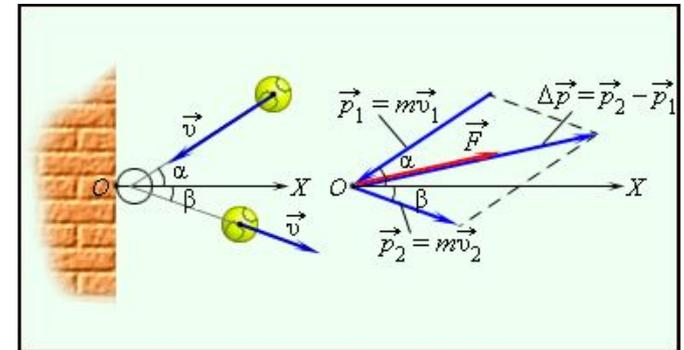
Подставим (2) в (1) $F = m \frac{v - v_0}{t - t_0}$

$$F(t - t_0) = m(v - v_0) \rightarrow F\Delta t = m(v - v_0) \rightarrow F\Delta t = mv - mv_0$$

$$F\Delta t = p - p_0 \rightarrow F\Delta t = \Delta p \rightarrow I = \Delta p$$

$p = mv$ - импульс тела после взаимодействия
 $p_0 = mv_0$ - импульс тела до взаимодействия

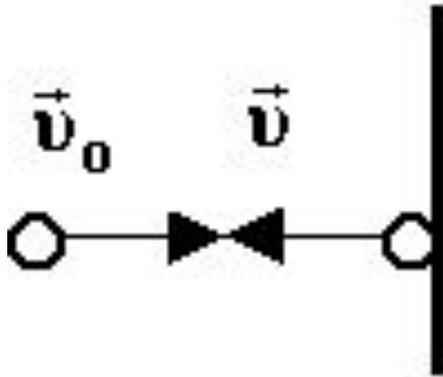
$$I \uparrow \uparrow F \uparrow \uparrow \Delta p$$



Изменение импульса тела равно импульсу силы

Ударом (или столкновением) принято называть кратковременное взаимодействие тел, в результате которого их скорости испытывают значительные изменения.

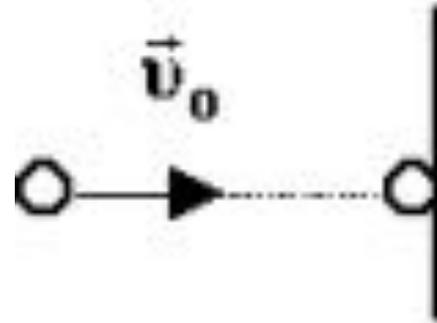
Абсолютно упругий удар



шарик отскакивает с прежней по величине скоростью

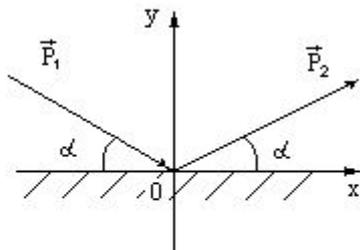
$$v_0 = v$$

Абсолютно неупругий удар

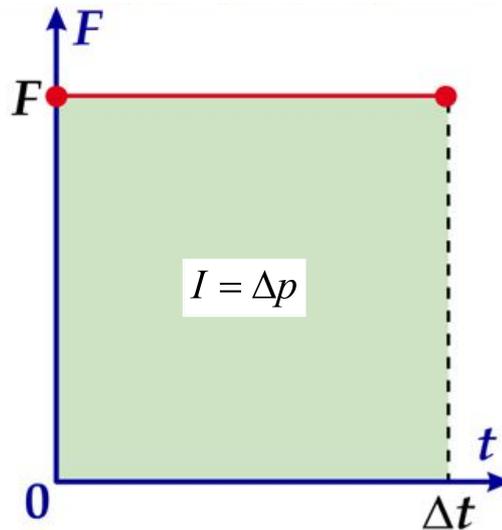
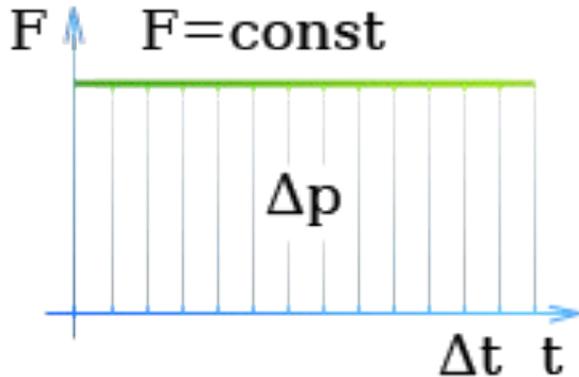


скорость шарика после удара равна 0

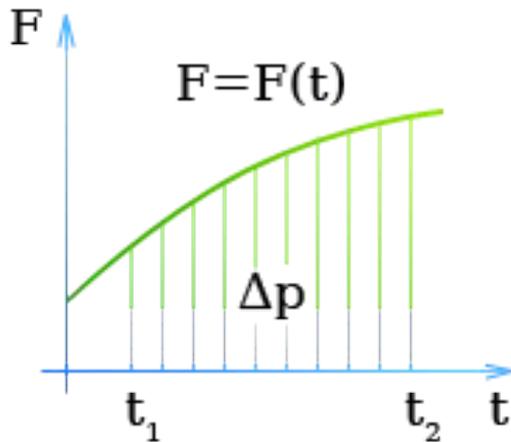
$$v = 0$$



Геометрическая интерпретация

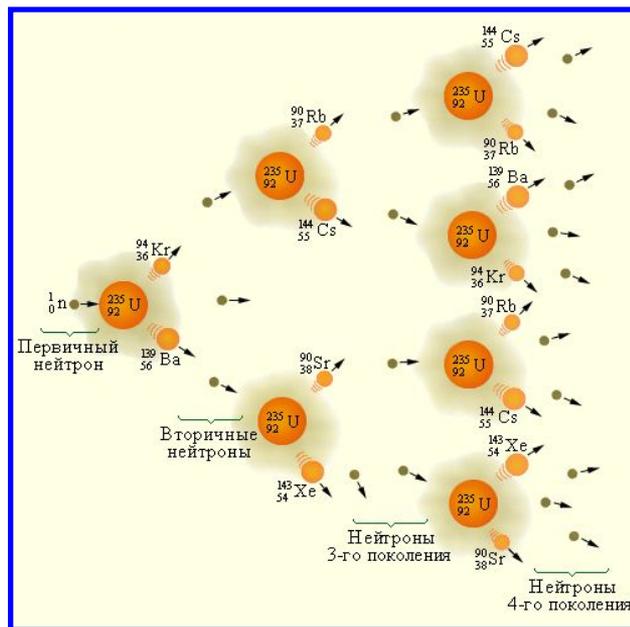


Импульс силы $F \Delta t$ численно равен площади прямоугольника со сторонами F и Δt



Изменение импульса тела (импульс силы) численно равен площади фигуры под графиком зависимости силы от времени ее действия

Значение импульса



Взрывы

Все столкновения атомных ядер, ядерные реакции



Реактивное оружие



Удары при авариях



Подумай и ответь:

1. Опытный баскетболист, принимая сильно посланный мяч, расслабляет руки и слегка подаётся назад вместе с мячом. Зачем?
2. Отчего хрупкий предмет разбивается, если его роняют на жёсткий пол, и остаётся целым, если он падает на мягкую подстилку?
3. В цирковом аттракционе атлету, лежащему на ковре, устанавливают на грудь наковальню и затем бьют по ней молотком. Опасны ли такие удары для атлета?



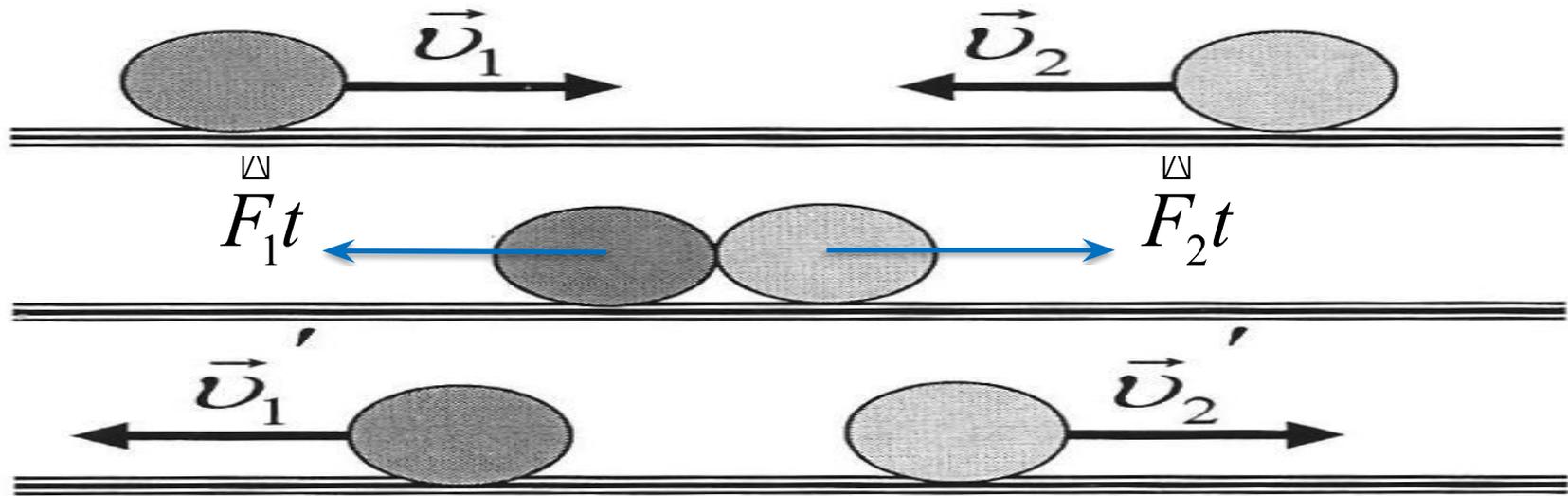
Так, например, при прыжках с какой-то высоты остановка тела происходит за счет действия силы со стороны земли или пола. Чем меньше продолжительность столкновения, тем больше тормозящая сила. Для уменьшения этой силы необходимо, чтобы торможение происходило постепенно. Именно по этой причине спортсмены приземляются на мягкие маты. Прогибаясь, они постепенно тормозят спортсмена.

Закон сохранения импульса.

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



Замкнутая система тел – это совокупность тел, взаимодействующих между собой, но не взаимодействующих с другими телами.



Запишем для каждого тела уравнение изменения импульса. При столкновении по третьему закону Ньютона $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$

Левый шар:
$$\vec{F}_1 t = m_1 \vec{v}'_1 - m_1 \vec{v}_1$$

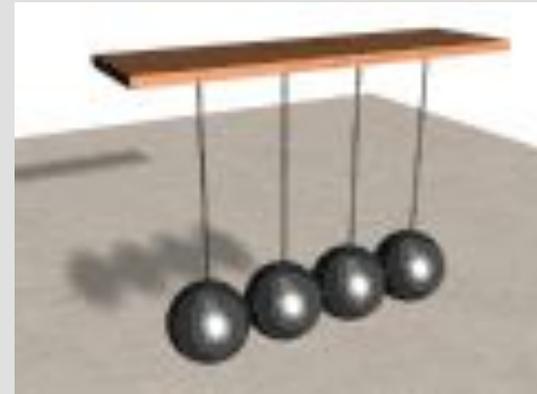
Правый шар:
$$-\vec{F}_2 t = m_2 \vec{v}'_2 - m_2 \vec{v}_2$$

Сложим эти уравнения и получим:

$$0 = m_1 \vec{v}'_1 - m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}'_2 - m_2 \vec{v}_2$$

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

или



Закон сохранения импульса.

Математическая запись закона сохранения импульса для двух тел.

$$\overbrace{m_1 v_1 + m_2 v_2}^{\text{До взаимодействия}} = \overbrace{m_1 v_1 + m_2 v_2}^{\text{После взаимодействия}}$$

До взаимодействия

После взаимодействия

$$\overbrace{p_1 + p_2}^{\text{До взаимодействия}} = \overbrace{p_1 + p_2}^{\text{После}}$$

До взаимодействия

После

Математическая запись закона сохранения импульса для N тел.

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 + m_3 v_3 + \dots + m_N v_N = \text{const}$$

$$p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_N = \text{const}$$

В замкнутой системе, векторная сумма импульсов всех тел, входящих в систему, остается постоянной при любых взаимодействиях тел этой системы между собой.



Когда пожарные используют брандспойт, они всегда держат его вдвоем или даже втроем.

Так необходимо поступать, чтобы противодействовать импульсу бьющей струи.

«Я принимаю, что во Вселенной...

есть известное количество движения, которое никогда не увеличивается, не уменьшается, и, таким образом, если одно тело приводит в движение другое, то теряет столько своего движения, сколько его сообщает».

Р. Декарт



Рене Декарт
(1596 – 1650)

1639 – 1644 (дата открытия закона)

Какую бы систему взаимодействующих тел мы не рассматривали, будь то Солнечная система или сталкивающиеся бильярдные шары, у тел системы с течением времени непрерывно изменяются координаты и скорости. Замечательным является то, что в системе тел, на которую не действуют внешние силы, имеется ряд величин, которые при движении тел не изменяются со временем. Именно к таким величинам относится импульс (или количество движения), который, как говорят, подчиняется соответствующему закону сохранения.



Границы применимости закона сохранения импульса.

1. Закон сохранения импульса следует применить, если внешние силы пренебрежимо малы в сравнение с внутренними (вычислить величины сил, как внутренних, так и внешних).
2. Закон сохранения импульса следует применить при кратковременных (ударных) взаимодействиях тел между собой (определить время взаимодействия тел).
3. Если в задаче нужно определить не только скорости взаимодействующих тел, то необходимо использовать другие физические законы (уравнение кинематики, динамики).

Значимость закона сохранения импульса

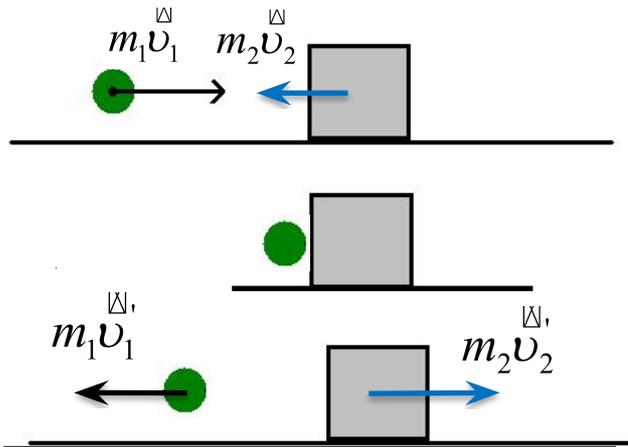
1. ЗСИ выполняется в замкнутых системах.
2. Позволяет простым путём (не рассматривая силы) решить основную задачу механики.
3. Применим к телам обычных размеров, к космическим телам, к элементарным частицам.
4. ЗСИ доказывает, что механическое движение не может бесследно исчезнуть или возникнуть из ничего.
5. ЗСИ лежит в основе теории движения тел под действием реактивной силы.

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

1. Выбрать систему отсчета и систему взаимодействующих тел.
2. Определить импульсы всех тел системы до и после взаимодействия.
3. Нарисовать рисунок, на котором обозначить направления оси координат, векторов скорости тел до и после взаимодействия.
4. Написать закон сохранения импульса в векторном виде.
5. Написать закон сохранения в проекции на координатные оси (скалярном).
6. Из полученного уравнения выразить неизвестную величину и найти её значение.

Ударом (или столкновением) принято называть кратковременное взаимодействие тел, в результате которого их скорости испытывают значительные изменения.

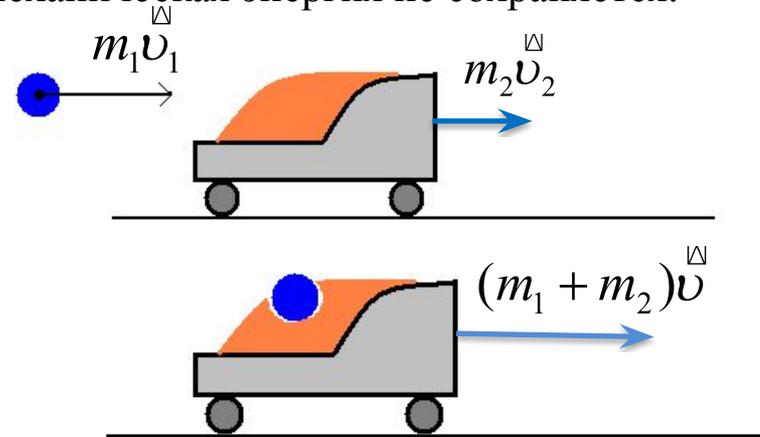
Абсолютно упругим ударом называется столкновение, при котором сохраняется механическая энергия тела.



$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

При упругом ударе суммарная механическая энергия тел до удара равна суммарной механической энергии после удара.

Абсолютно неупругим ударом называют такое ударное взаимодействие, при котором механическая энергия не сохраняется.



Тела соединяются (слипаются) друг с другом и движутся дальше как одно тело.

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$$

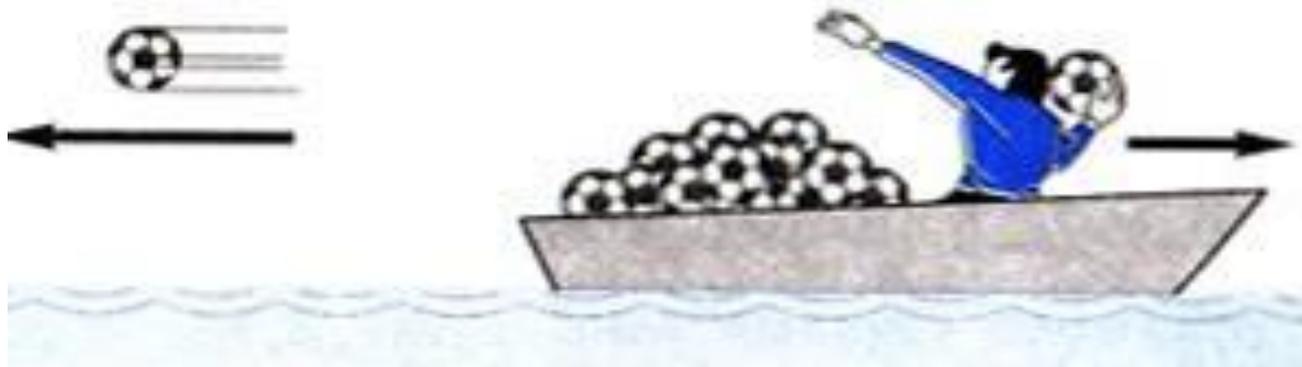
Энергия частично или полностью переходит во внутреннюю энергию тел (идет на нагревание).

Реактивное движение –

**движение, возникающее
при отделении от тела с
некоторой скоростью
какой-либо его части.**

Реактивная сила возникает без какого-либо взаимодействия с внешними телами.

Например, если заготовить достаточным количеством мячей, то лодку можно разогнать и без помощи весел, действием только одних внутренних сил. Толкая мяч, человек (а значит и лодка) сам получает толчок согласно закону сохранения импульса.



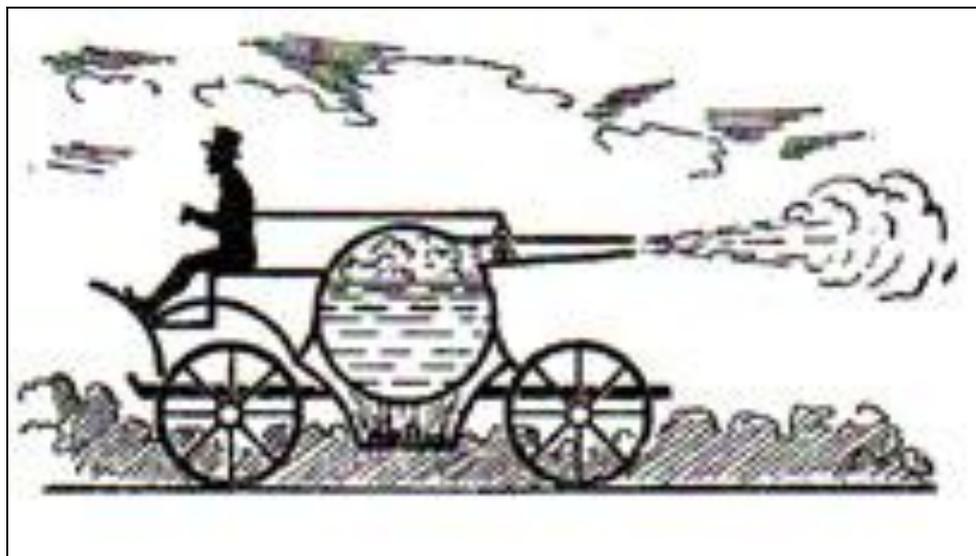
Реактивное движение – единственный вид движения, который может осуществляться без взаимодействия с окружающей средой



Примеры реактивного движения можно найти в природе. Таким образом передвигаются некоторые морские животные: кальмары и медузы, например, кальмары и осьминоги. Они способны развивать скорость 60 - 70 км/ч. Человек стал использовать такой способ передвижения только в XX веке.

В конце первого тысячелетия нашей эры в Китае использовали реактивное движение, которое приводило в действие ракеты - бамбуковые трубки, начиненные порохом, они использовались как забава.

Один из первых проектов автомобилей был также с реактивным двигателем и принадлежал этот проект Ньютону



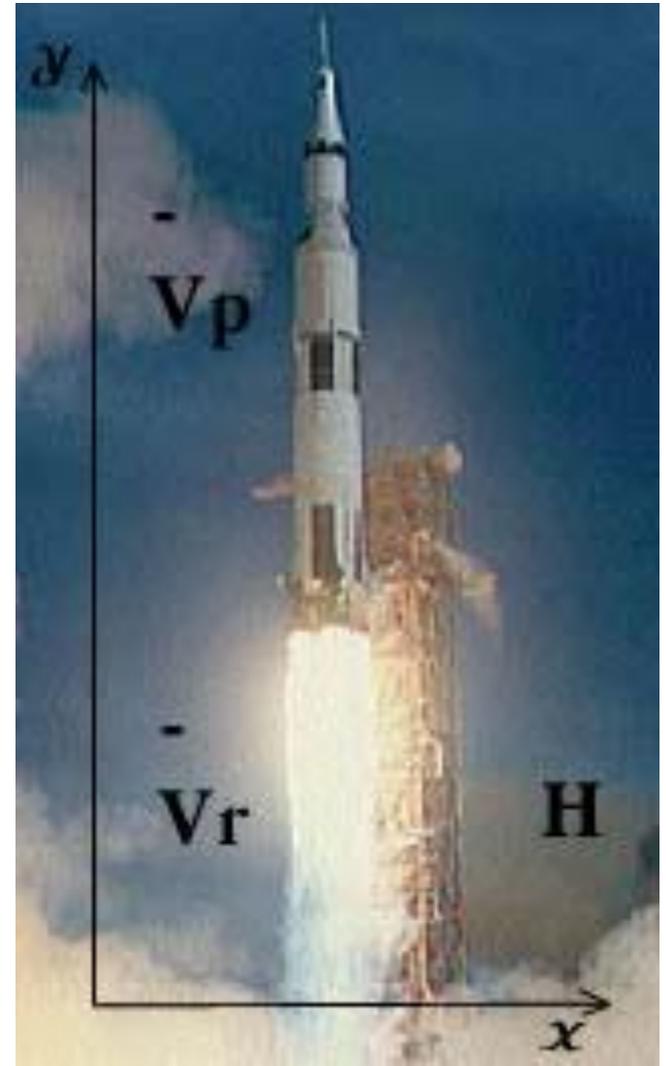
Шар Герона



Герон Александрийский – греческий механик и математик. Одно из его изобретений носит название Шар Герона. В шар наливалась вода, которая нагревалась огнем. Вырывающийся из трубки пар вращал этот шар. Эта установка иллюстрирует реактивное движение.



Реактивное движение в космонавтике и авиации



Ракета

$$M_p v_p = m_{\text{газа}} v_{\text{газа}}$$

$$v_p = \frac{m_{\text{газа}}}{M} v_{\text{газа}}$$

$$v_{\text{газа}} = 2000 \text{ м/с}$$

$$\frac{m_{\text{газа}}}{M_p} = 55$$



Этапы освоения космического пространства.

Домашнее задание:

- 1. Написать самостоятельно основные этапы освоения космического пространства (с указанием дат и фамилий).**
- 2. Параграфы 21-22.**
- 3. Сделать конспект материала по презентации.**