

Тема урока:

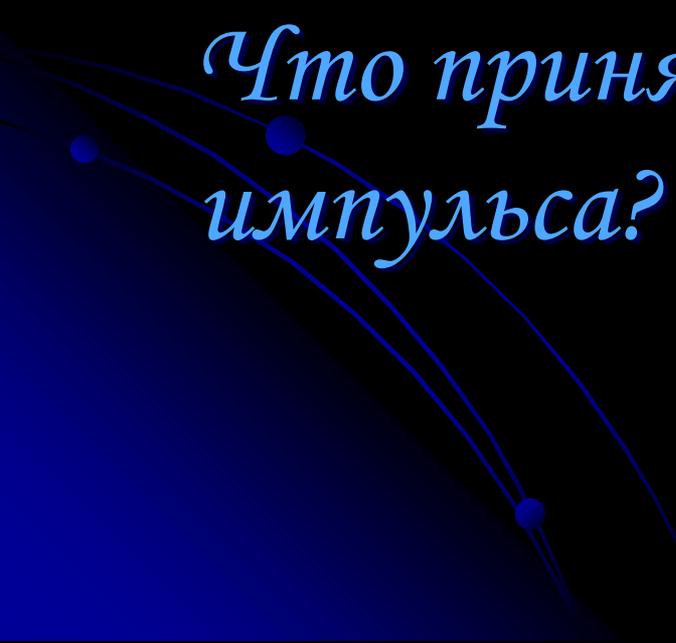
«Импульс тела. Закон сохранения импульса. Реактивное движение».



Что называется импульсом тела?

Как обозначается импульс?

Что принято за единицу измерения импульса?



Декарт о сохранении количества движения

Понятие «количество движения» ввел в физику в XVII веке великий французский философ и ученый Рене Декарт.

Позднее эту величину стали называть импульсом тела. Декарт писал:

«Я принимаю, что во Вселенной, во всей созданной материи 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».



Казалось бы, простые наблюдения показывают, что Декарт ошибался. Так, камень, упавший на землю с некоторой высоты, как будто бы бесследно теряет все свое количество движения. Однако, строго говоря, камень хоть чуть-чуть, но подталкивает земной шар. Правда, этот процесс мы рассматриваем уже не в земной системе отсчета, а, например, в гелиоцентрической.

Декарт



Импульс тела

Импульс тела

Импульсом тела называется произведение его массы на вектор его скорости.



Импульс тела обозначается буквой \vec{p} .

Формула

Импульс тела

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

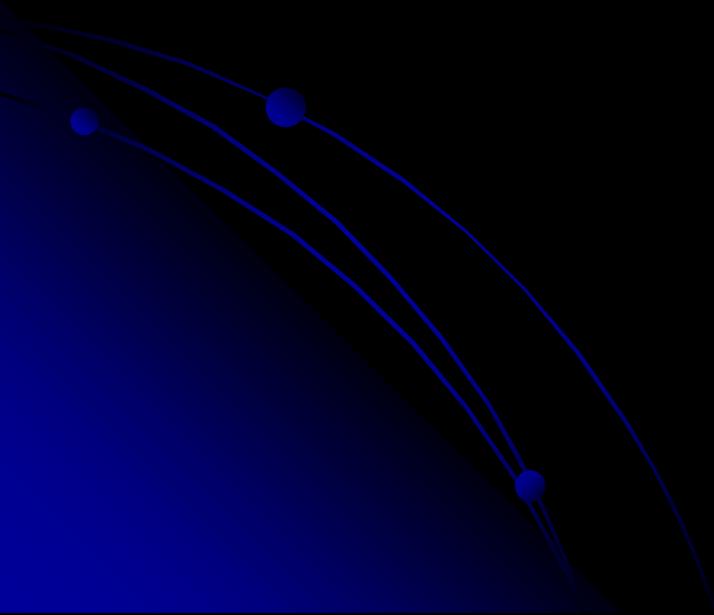
Единица измерения

Импульс тела

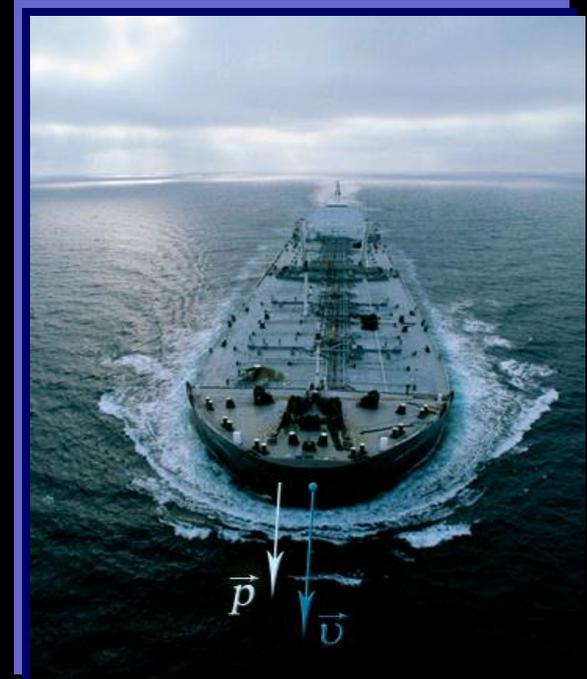
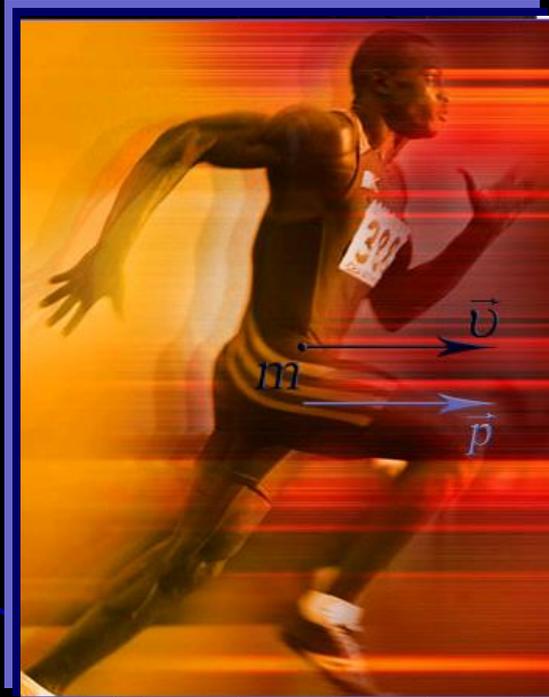
$$[p] = \text{кг} \cdot \text{м/с}$$



Какое направление имеет импульс?



Импульс тела – векторная величина.



Импульс – вектор, направленный в ту же сторону, что и скорость тела.

Импульс тела и второй закон Ньютона

Используя понятия «импульс тела», можно по-другому сформулировать основной закон динамики (расширенный второй закон Ньютона):

Второй закон Ньютона (2)

Произведение результирующей силы на время ее действия равно изменению импульса тела.



В самом деле:

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

Если к телу приложена одна сила, то результирующей является она сама.

Формула

Второй закон Ньютона

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

Импульс тела по-другому называется количеством движения: во сколько раз увеличивается масса тела или его скорость, во столько же раз увеличивается его количество движения, и наоборот.

Закон сохранения импульса

Закон сохранения импульса формулируется так:

Закон сохранения импульса

В замкнутой системе сумма импульсов всех тел остается неизменной при любых взаимодействиях между этими телами.



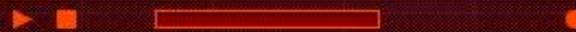
Замкнутая система

Замкнутой называется система тел, для которой векторная сумма внешних сил равна нулю.



Внешние силы

Внешними называются силы, действующие со стороны тел, не входящих в рассматриваемую систему.



Изолированная система

Изолированной называется система таких тел, которые не взаимодействуют с телами, не входящими в эту систему.



Очевидно, что изолированная система тел является замкнутой.





Если сумма внешних сил
равна нулю, то импульс
системы сохраняется

$$\vec{p}_{\text{сист}} = m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 + \dots + m\vec{v}_n = \text{const.}$$



Удары

Абсолютно неупругий

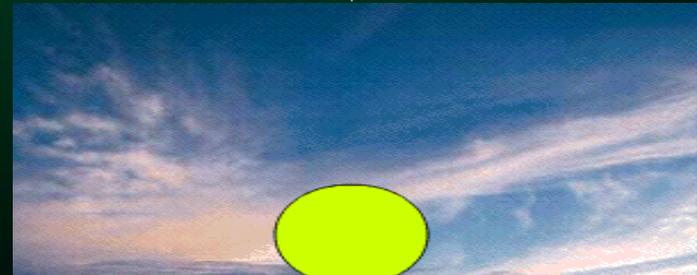
Это столкновение, при котором тела в результате взаимодействия движутся как единое целое.

Diesel		Flatcar	
Vel. (km/hr)	5	Vel. (km/hr)	0
Mom. (kg km/hr)	40 000	Mom. (kg km/hr)	0



Абсолютно упругий

Это столкновение, при котором деформация тел оказывается обратимой, т.е. тела восстанавливают свою форму.





Границы применимости закона сохранения импульса

Закон можно применять:

- I. В замкнутой системе всегда
- II. В незамкнутой системе (действуют внешние силы) в случаях:
 - 1) Внешние силы уравновешиваются
 - 2) Внешние силы малы по сравнению с внутренними
 - 3) Внешние силы по искомому направлению отсутствуют
 - 4) Внешние силы велики, но $t_{\text{взаим.}} \rightarrow 0$ (взрывы, выстрелы, удары...)



Примеры применения закона сохранения импульса:

1. Любые столкновения тел (бильярдных шаров, автомобилей, элементарных частиц и т.д.);
2. Движение воздушного шарика при выходе из него воздуха;
3. Разрывы тел, выстрелы и т.д.



Если с кормы покоящейся на поверхности озера лодки бросить назад тяжелый камень, то лодка начнет двигаться вперед. Причем импульсы камня и лодки (вместе с человеком в ней) окажутся равными по модулю и противоположными по направлению. В итоге векторная сумма импульсов лодки и камня как до, так и сразу после бросания равна нулю (сохраняется). Камень и лодка в данном случае представляют собой замкнутую систему тел: внешние силы (сила тяжести и сила Архимеда) уравновешены.

Реактивное движение

Автомобиль отталкивается от дороги, теплоход – от воды, винтовой самолет – от воздуха. А от чего отталкивается ракета? От продуктов сгорания собственного топлива. Поэтому ракета может летать и в космосе, где нет воздуха. Во время полета масса ракеты все время уменьшается, ведь топливо-то постепенно сгорает. Это типичный пример *реактивного движения*. «Реакция» в переводе с латыни означает «обратное действие». Ракета выбрасывает продукты сгорания, а они, в свою очередь, оказывают на ракету, по *третьему закону Ньютона*, обратное действие, приводя ее в движение.

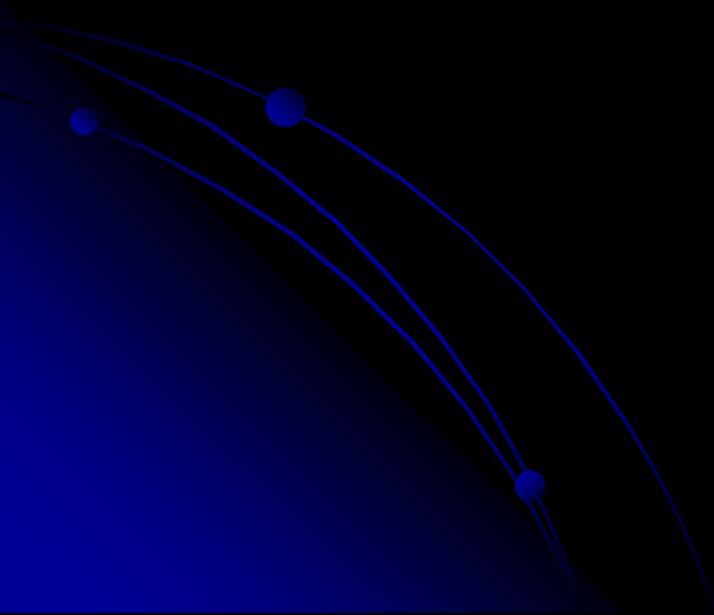
Реактивное движение

Реактивным называется движение тела, возникающее в результате отталкивания от собственных частей. Масса тела при этом изменяется.



Интересным примером реактивного движения является движение осьминога. Он набирает в себя воду, а затем выбрасывает ее в определенную сторону, приобретая скорость в противоположном направлении.





Вклад Циолковского и Мещерского в теорию реактивного движения

Большой вклад в создание теории реактивного движения внесли русские ученые К. Э. Циолковский (1857–1935) и И. В. Мещерский (1859–1935).

Циолковский был учителем физики и математики в Калужской гимназии, а Мещерский – профессором С.-Петербургского политехнического института.



Циолковский



Мещерский

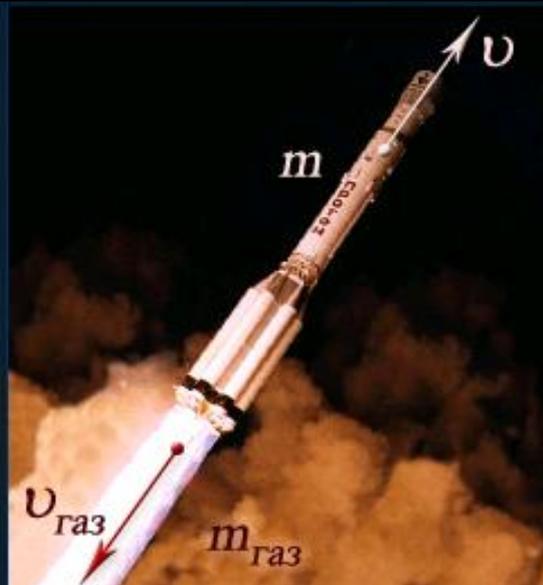


Циолковский вывел формулу для расчета запаса топлива, необходимого для сообщения ракете данной скорости. Если бы ракета один раз выбросила некоторую массу газа $m_{газ}$ со скоростью $U_{газ}$, то было бы несложно вычислить ее скорость U на основе простого применения закона сохранения импульса:

$$mU = m_{газ} U_{газ}$$

$$U = \frac{m_{газ}}{m} U_{газ}$$

где m – конечная («сухая») масса ракеты.



Однако ракета непрерывно выбрасывает сожженное топливо. Поэтому задача усложняется. Циолковский решил ее методами высшей математики. Из его формулы вытекало, что при скорости газовой струи 4 км/с (относительно ракеты) конечная скорость ракеты, равная 16 км/с, будет достигнута, если начальная масса ракеты вместе с топливом превосходит «сухую» ее массу в 55 раз. Это означает, что почти вся масса ракеты на старте – это масса топлива.



На протяжении сотен лет пороховые ракеты использовались в основном как фейерверочные и сигнальные.



В России пороховые ракеты были приняты на вооружение в начале XIX века. Они использовались в Русско-турецких и Крымской войнах.

Управляемый
ракетный
летательный аппарат
Кибальчича.

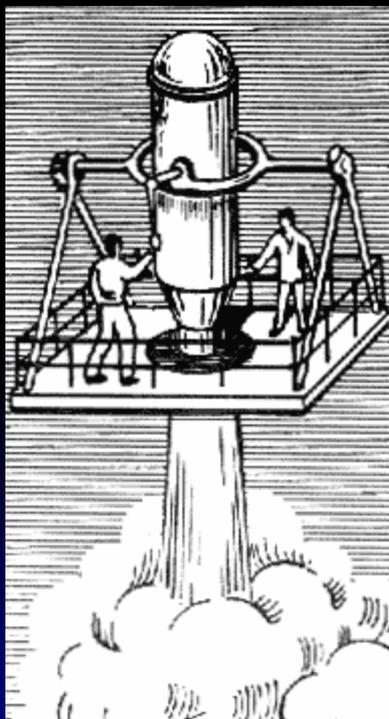
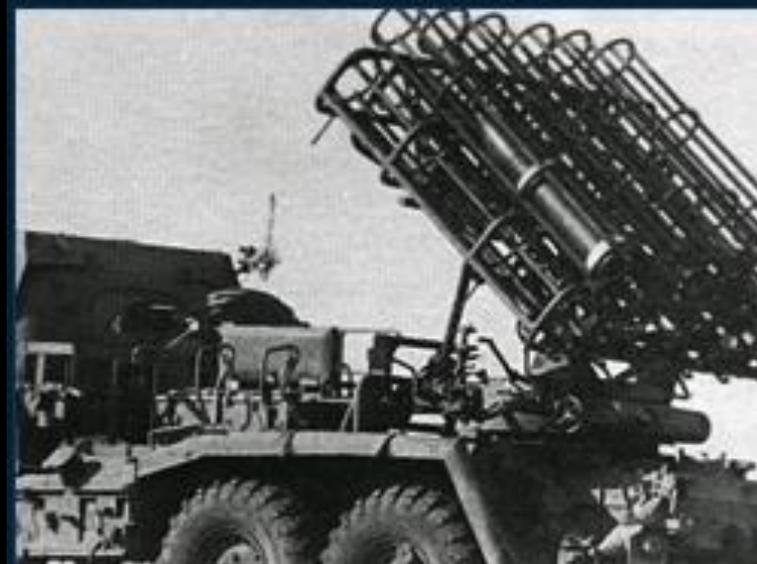


Схема жидкостного
ракетного двигателя (ЖРД)
была разработана в 1903
году К.Э. Циолковским.

Во время Великой Отечественной войны важную роль в боевых действиях нашей армии сыграли реактивные установки («катюши») – многозарядные пусковые установки, размещаемые на грузовых автомашинах.





Современные боевые ракеты имеют как обычные, так и ядерные заряды. Они способны за несколько десятков минут преодолеть несколько тысяч километров.





В зависимости от места старта и нахождения цели их делят на классы:

«земля-земля»,
«земля-воздух»,
«воздух-земля».



В 1957 году под руководством академика С.П.Королёва в СССР был запущен первый искусственный спутник Земли.

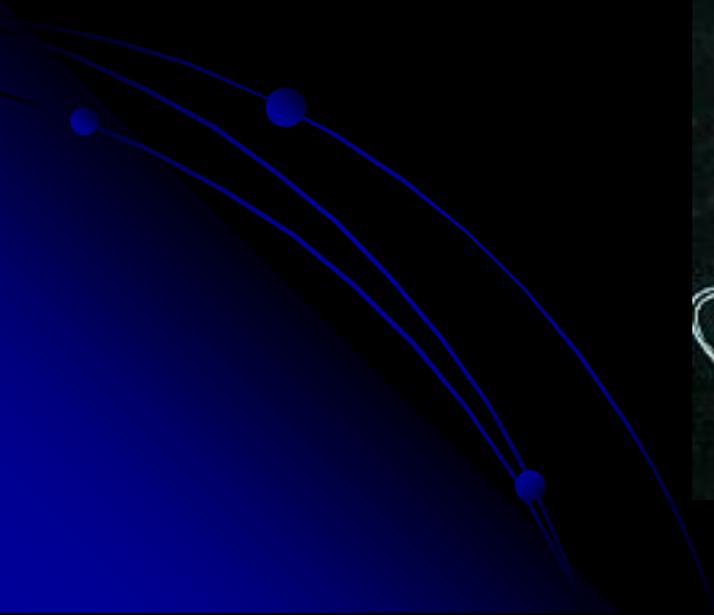




С этого времени и применяют космические ракеты (ракеты-носители) для вывода в космос спутников и различных космических станций.



Создание фотонной ракеты позволит путешествовать к звёздам и галактикам.



Домашнее задание составить доклад на предложенные темы, составить краткий конспект. Выполненное задание, выслать на электронную почту natali.makshanowa@yandex.ru до 01.10.21

1. Русские учёные И.В. Мещерский и К. Э. Циолковский. Вклад этих учёных в развитие реактивного движения.
2. Н.И. Кибальчич – автор первого в мире проекта летательного аппарата.
3. С.П. Королёв – конструктор, основоположник практической космонавтики.
4. Ю.А. Гагарин. Первый полёт человека в космос.
5. Освоение космического пространства. Коротко о главном.
6. Значение космических полетов и исследований для человечества.