

# *Импульс тела. Закон сохранения импульса.*



1596-1650 гг

Рене Декарт -  
французский ф  
ранцузский  
математик фран  
цузский

С латинского языка  
математик,  
философ франц  
«impulsus» -  
узский  
импульс — «толчок»  
математик,  
импульс —  
философ,  
«количество движения»  
физик французс

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

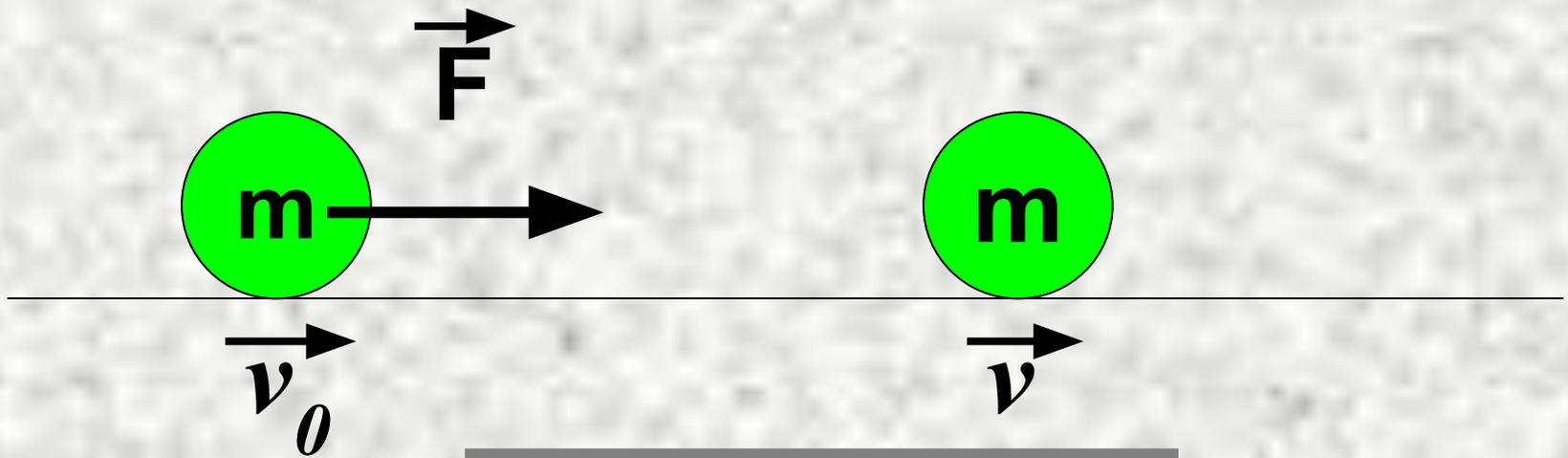
$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

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



$p$  [1  
кг·м/с]





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

$$t \cdot F = m \cdot \frac{(\vec{v} - \vec{v}_0) \cdot t}{t}$$

**Импульс силы** – это произведение силы на время её действия.

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

$$\vec{F} \cdot t \quad \rightarrow$$

$$F \cdot t$$

**Импульс силы равен изменению импульса тела.** **[1Н·с]**



импульс

**Замкнутая система тел** — это два или несколько тел взаимодействующих только между собой, и невзаимодействующих с другими телами.



## **Закон сохранения импульса:**

*векторная сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, остаётся постоянной при любых движениях и взаимодействиях этих тел.*

$$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

$$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

$m_1 v_{01}$  - начальный импульс 1 тела

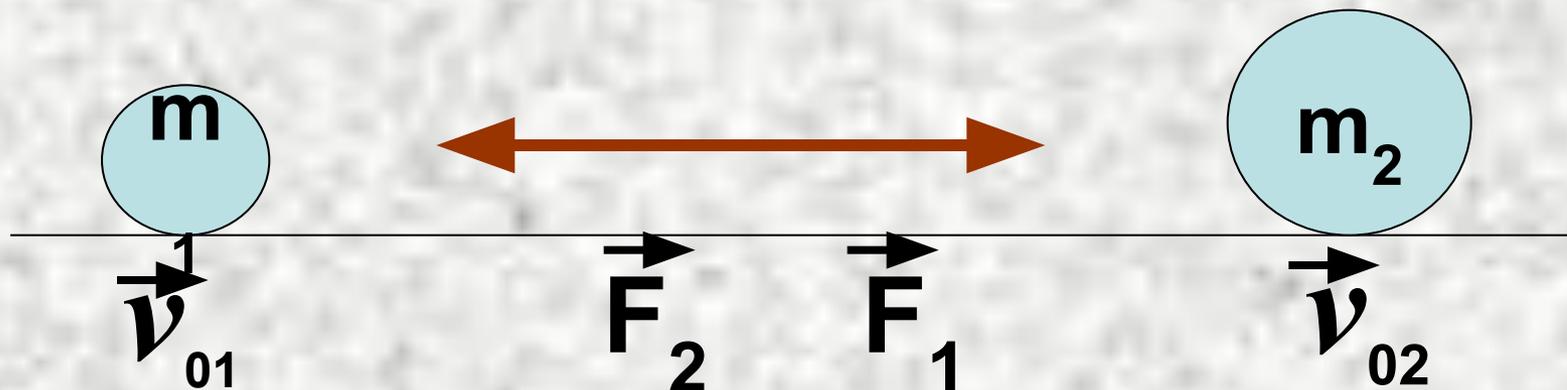
$m_2 v_{02}$  - начальный импульс 2 тела

$m_1 v_1$  - конечный импульс 1 тела

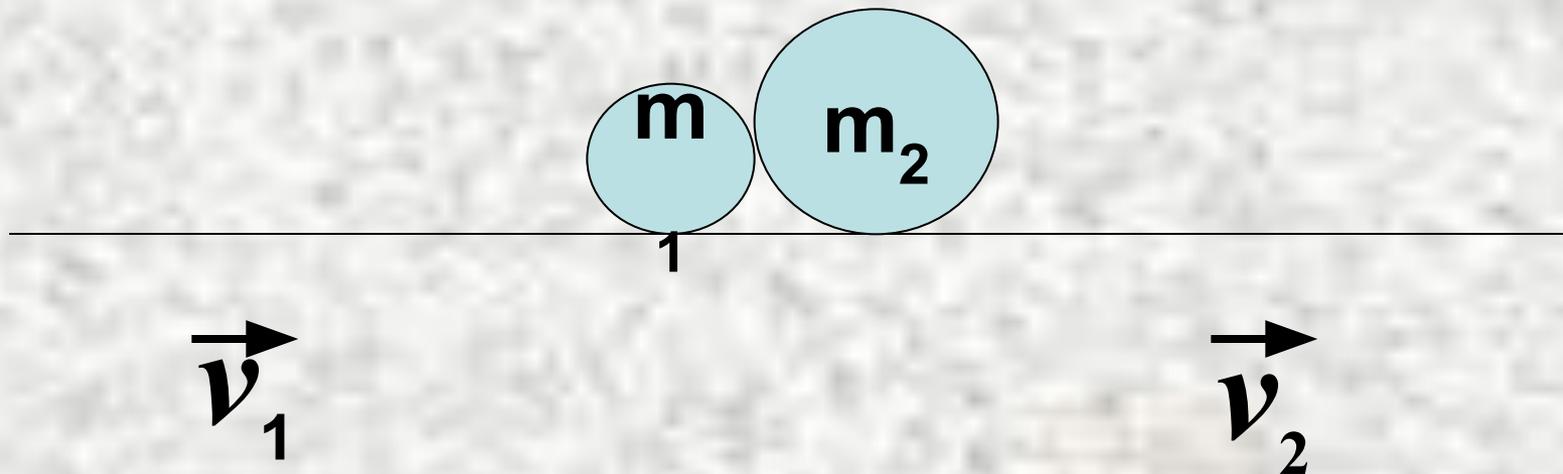
$m_2 v_2$  - конечный импульс 2 тела



Вывод формулы закона сохранения импульса:



$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \text{ (III з. Ньютона)}$$



Вывод формулы закона сохранения импульса:

$$\vec{a}_1 = \frac{\vec{v}_1 - \vec{v}_{01}}{t} \quad \vec{a}_2 = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_{02}}{t}$$

$$m_1 \cdot \vec{a}_1 = - m_2 \cdot \vec{a}_2$$

$$m_1 \cdot \frac{\vec{v}_1 - \vec{v}_{01}}{t} = - m_2 \cdot \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_{02}}{t}$$

Вывод формулы закона сохранения импульса:

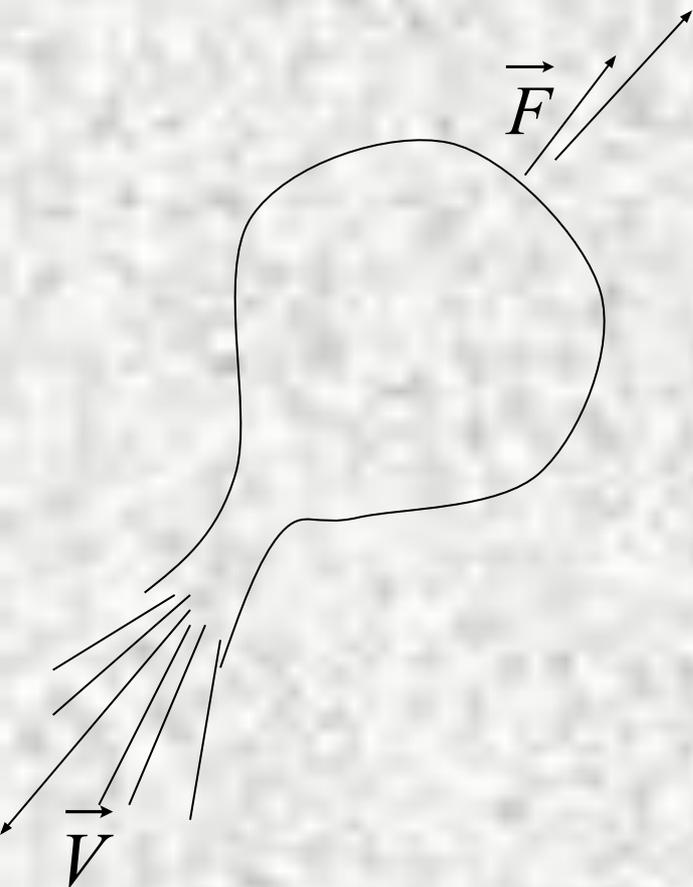
$$\begin{aligned} m_1 \vec{v}_1 - m_1 \vec{v}_{01} &= - m_2 \vec{v}_2 + m_2 \vec{v}_{02} \\ -m_1 \vec{v}_{01} - m_2 \vec{v}_{02} &= - m_1 \vec{v}_1 - m_2 \vec{v}_2 \end{aligned}$$

$$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

The background is a collage of three images. The top left shows a rocket launch with a large plume of orange and yellow fire. The top right shows a dark fighter jet flying against a cloudy sky. The bottom center shows a satellite in orbit with white arrows indicating its path.

# РЕАКТИВНОЕ ДВИЖЕНИЕ

# Реактивное движение



Под реактивным движением понимают движение тела, возникающее при отделении некоторой его части с определенной скоростью  $V$  относительно тела, например при истечении продуктов горения из сопла реактивного летательного аппарата. При этом появляется так называемая реактивная сила  $F$ , толкающая тело.

# Реактивная сила

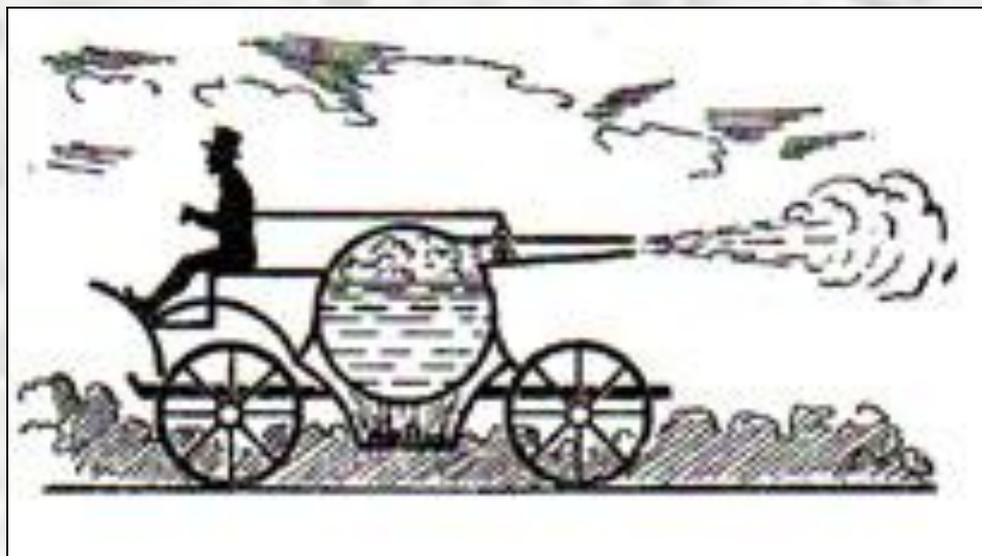
возникает без какого-либо взаимодействия с внешними телами.



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

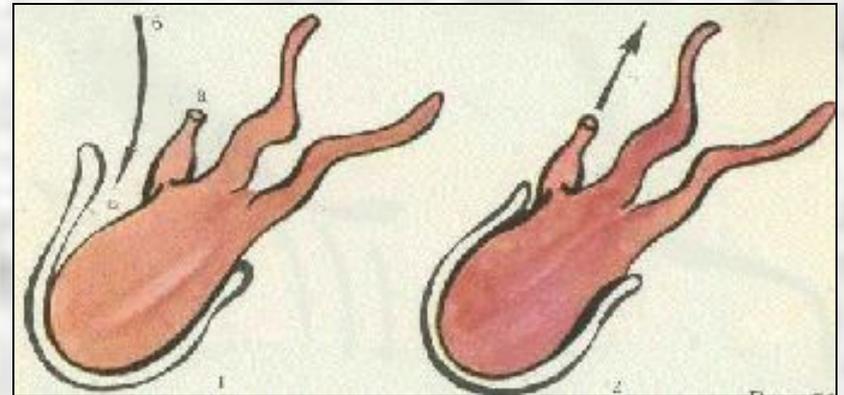
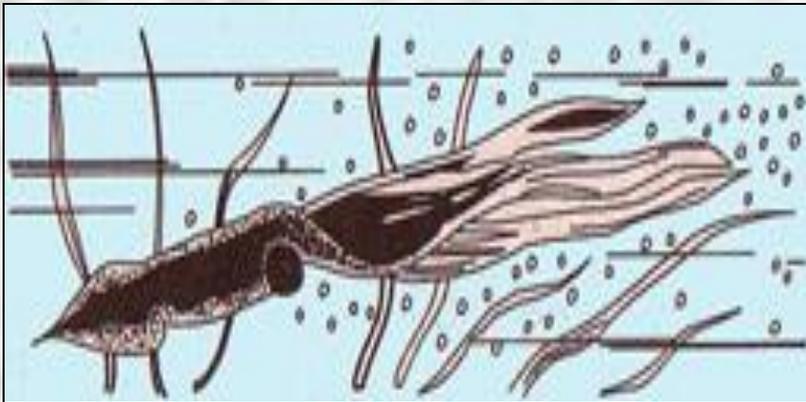
**В конце первого тысячелетия нашей эры в Китае использовали реактивное движение, которое приводило в действие ракеты - бамбуковые трубки, начиненные порохом, они использовались как забава.**

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



# Реактивное движение живых организмов

По принципу реактивного движения передвигаются некоторые представители животного мира, например, кальмары и осьминоги. Они способны развивать скорость 60 - 70 км/ч.



# **Константин Эдуардович Циолковский (1857-1935)**

**великий русский  
учёный и изобретатель,  
открыл принцип  
реактивного движения,  
которого по праву  
считают  
основоположником  
ракетной техники**



## Опыт с воздушным шариком

**Подвиньте соломинку к одному из стульев и липкой лентой прикрепите к ней шарик. Подвиньте шарик к одному из стульев и отвяжите отверстие.**



**Соломинка с прикрепленным к ней шариком скользит по бечёвке и перестаёт двигаться при упоре в стул или при выходе всего воздуха.**

# Примеры реактивного движения в технике

Практическое использование принципа реактивного движения: в самолетах, движущихся со скоростью в несколько тысяч километров в час, в снарядах знаменитых «Катюш», в боевых и космических ракетах



РАКЕТА

РЕАКТИВНЫЙ  
САМОЛЕТ



КАТЕР С  
ВОДОМЕТНЫМ  
ДВИГАТЕЛЕМ

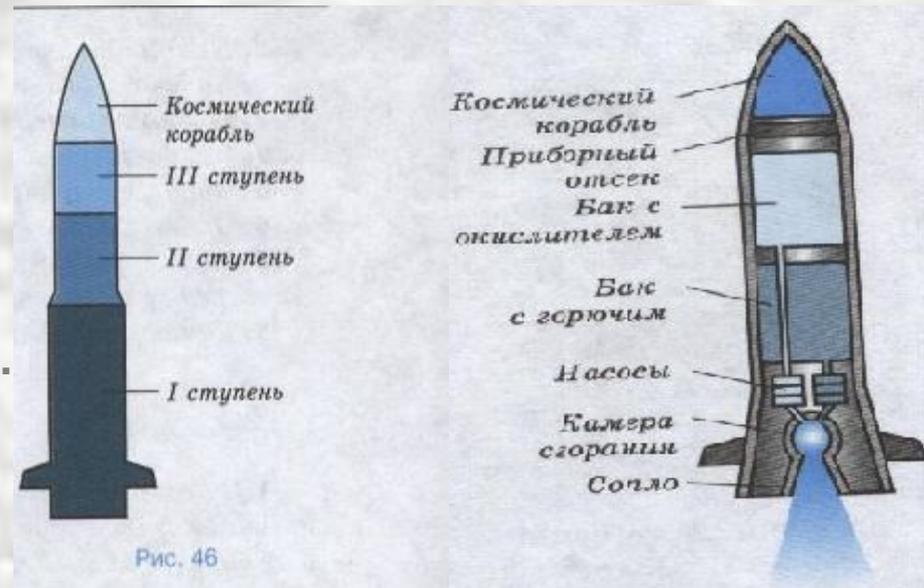


## Любая ракета состоит из двух основных частей.

- 1) Оболочка.
- 2) Топливо с окислителем.

### Оболочка включает в себя :

- а) Полезный груз (космический корабль).
- б) Приборный отсек.
- в) Двигатель.



### Топливо и окислитель

Керосин, спирт, гидразин,  
кислота,  
анилин, бензин

Азотная или хлорная  
жидкий кислород, фтор

Они подаются в камеру сгорания, где превращаются в газ высокой температуры, который через сопло устремляется наружу. При истечении продуктов сгорания топлива газы в камере сгорания получают некоторую скорость относительно ракеты и, следовательно некоторый импульс. Поэтому сама ракета по закону сохранения импульса получает такой же по модулю импульс, но направленный в противоположную сторону.

# Формула Циолковского

$$\bullet \mathbf{U = U_0 + 2,3 U_g \dot{G}(1 + m/M)}$$

- $U_0$  - начальная скорость.
- $U_g$  - скорость истечения газов.
- $m$  - начальная масса.
- $M$  - масса пустой ракеты.

**Т. к. газ выбрасывается не мгновенно, поэтому и уравнение Циолковского получается значительно сложнее.**

# Ракетный двигатель

РАКЕТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ - реактивный двигатель, не использующий для работы окружающую среду (воздух, воду). Распространены химические ракетные двигатели (разрабатывают и испытывают электрические, ядерные и другие ракетные двигатели). Простейший ракетный двигатель работает на сжатом газе. По назначению различают разгонные, тормозные, управляющие и др. Применяют на ракетах (отсюда название), самолетах и др. Основной двигатель в космонавтике.



Зенитная управляемая ракета российского комплекса **«Стрела 10М3»** способна поражать цели на расстоянии до 5 км и на высоте от 25 до 3500 м.