

Тема:

«Реактивное  
движение»

# Повторение

1. Что такое импульс тела? Как находится импульс тела? В чем его измеряют? Куда направлен импульс тела?

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad [\vec{p}] = \left[ \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} \right] \quad \vec{p} \uparrow \uparrow \vec{v}$$

2. Что такое импульс силы? Как находится импульс силы? В чем его измеряют? Куда направлен импульс силы?

$$\vec{p} = F\Delta t \quad [\vec{p}] = [H \cdot c] \quad \vec{p} \uparrow \uparrow \vec{F}$$

3. Сформулируйте второй закон Ньютона в импульсном виде. Запишите формулу.

**Второй закон Ньютона в импульсном виде:**

*импульс результирующей силы, действующей на тело, равен изменению импульса тела.*

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

**Сила, действующая на тело, время её действия и изменение скорости тела взаимосвязаны.**

Второй закон  
Ньютона:  
 $\vec{F} = m\vec{a}$

Второй закон  
Ньютона:  
 $\vec{F} = m\vec{a}$

Второй закон  
Ньютона:  
 $\vec{F} = m$

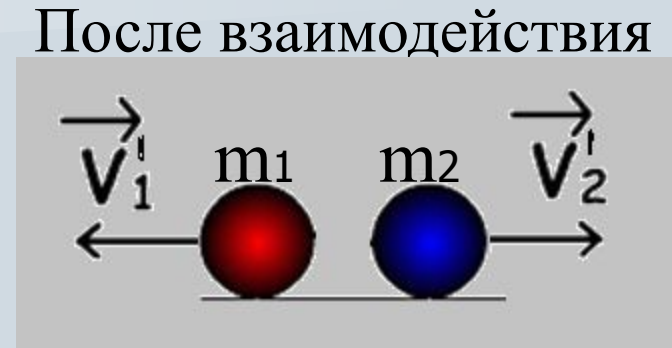
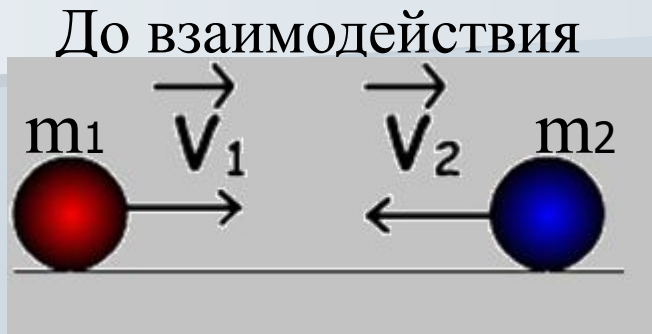
Второй закон  
Ньютона:  
 $\vec{F} = m\vec{a}$

Эта формула называется 2 закон Ньютона в импульсном виде

**Второй закон Ньютона в импульсном виде: импульс результирующей силы, действующей на тело, равен изменению импульса тела.**

4. Сформулируйте закон сохранения импульса тел. Запишите формулу.

Векторная сумма импульсов тел до взаимодействия равна векторной сумме импульсов тел после взаимодействия.

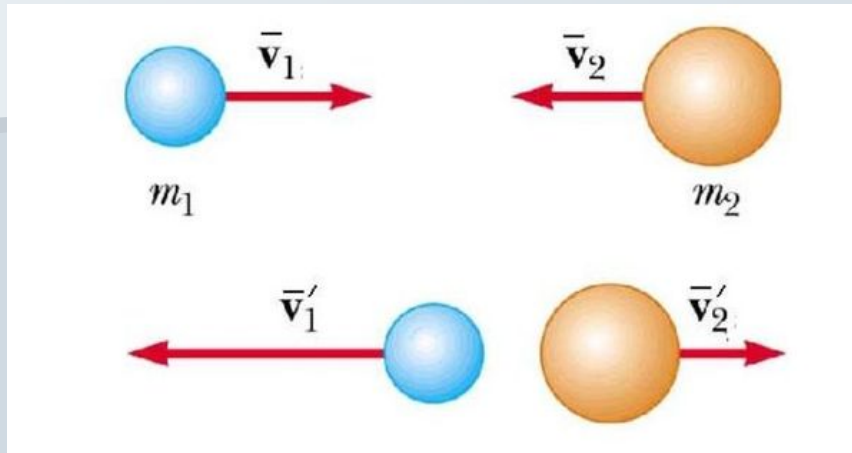


$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2$$
$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$$

- Где  $m_1, m_2$  - масса тел  
 $\vec{v}_1, \vec{v}_2$  - скорости тел до взаимодействия  
 $\vec{v}'_1, \vec{v}'_2$  - скорости тел после взаимодействия

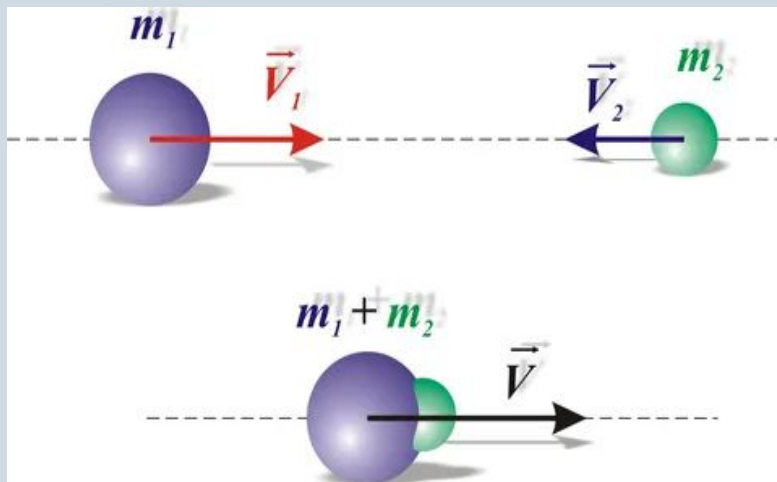
Суммарный импульс до взаимодействия равен суммарному импульсу тел после соударения.

## 1. Абсолютно упругий удар



$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

## 2. Абсолютно неупругий удар



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

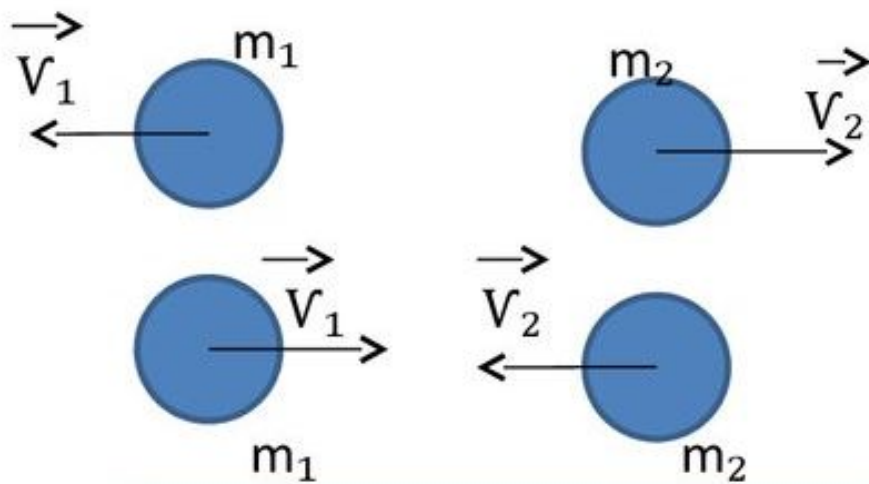
К предложенным картинкам запишите формулу импульса системы тел

1)



$$P_{\text{системы}} = P_1 + P_2$$

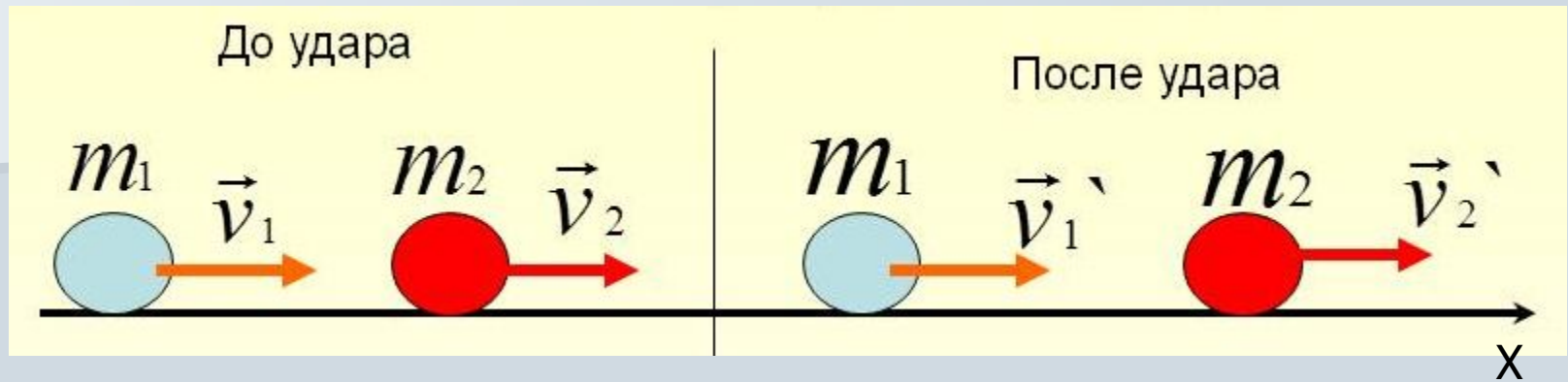
2)



$$P_{\text{системы}} = P_1 - P_2$$

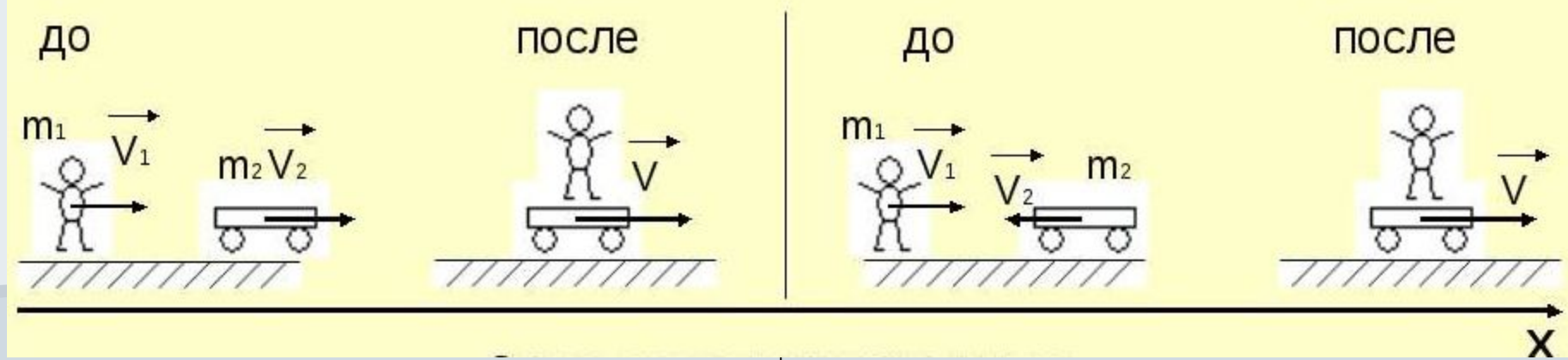
К предложенным картинкам запишите закон сохранения импульса в проекциях на ось OX

3)



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

4)

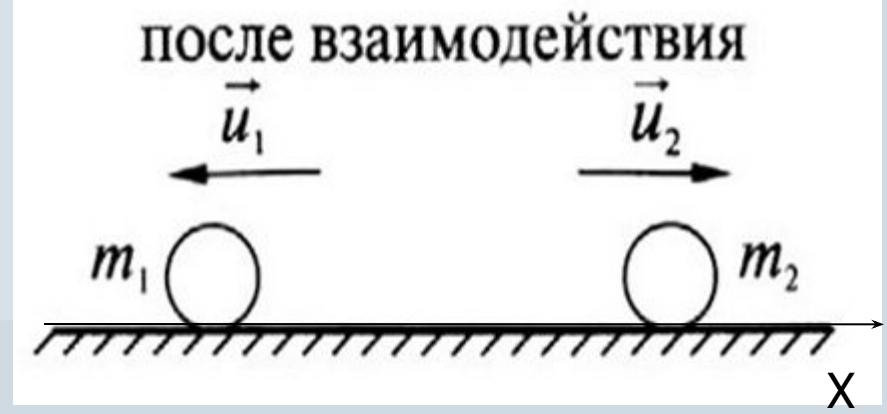
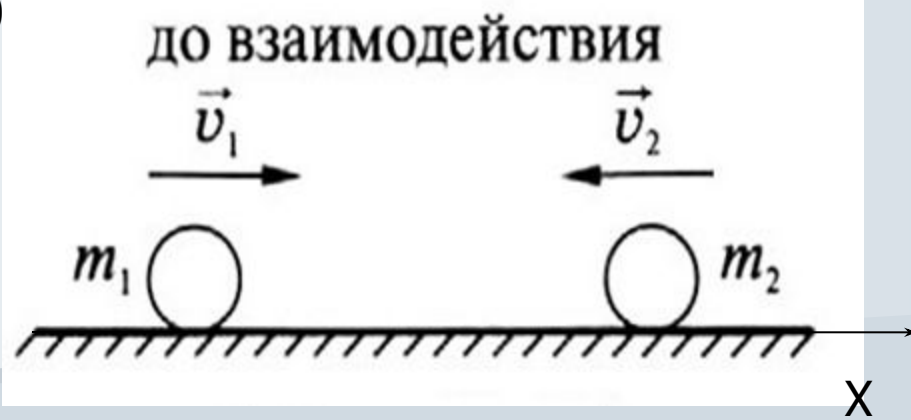


$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$$

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

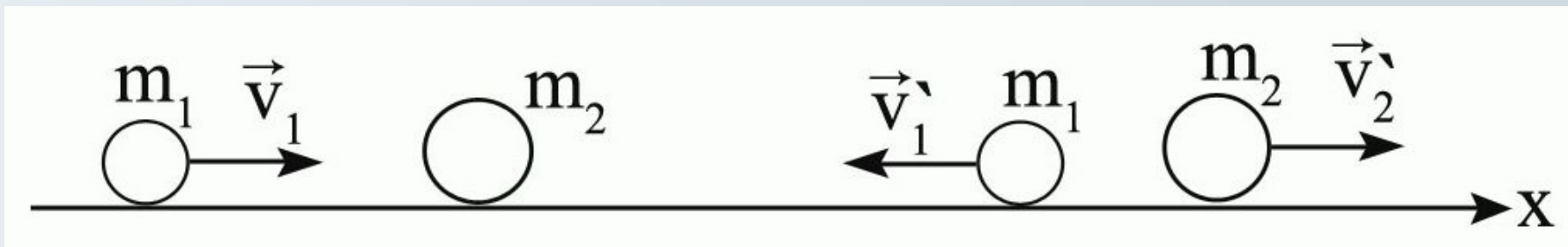


5)



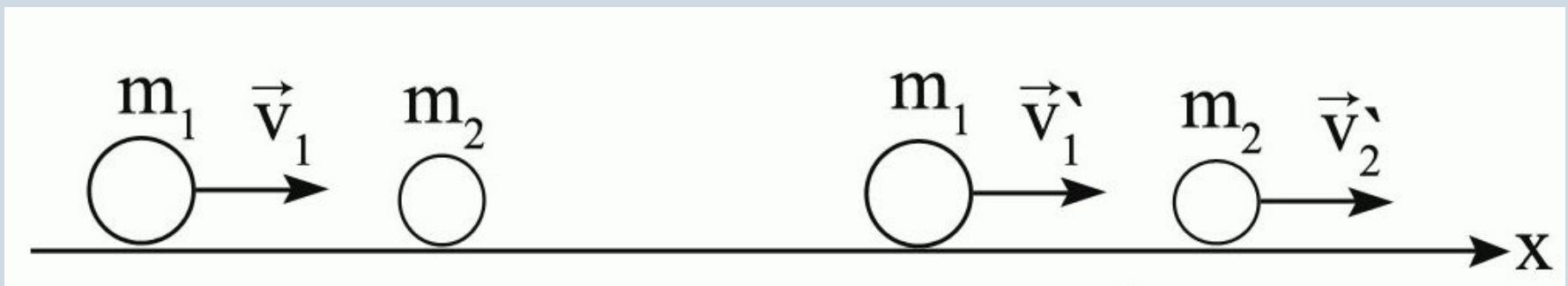
$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = -m_1 u_1 + m_2 u_2$$

6)



$$m_1 v_1 = -m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

7)



$$m_1 v_1 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

## Задачи:

### Задача №1

Движение материальной точки описывается уравнением  $x=5-8t+4t^2$ .

Приняв массу равной 2 кг, найдите импульс тела через 2 с после начала движения, а также силу, вызвавшую изменение импульса.

$p - ? F - ?$

Формулы, решения

$$x = 5 - 8t + 4t^2$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$\Delta t = 2 \text{ с}$$

$$p = mv$$

$$x = x_0 \pm v_0 t \pm \frac{at^2}{2}$$

$$v_0 = -8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$a = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v = v_0 \pm at$$

$$v = -8 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2 \text{ с} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$p = 2 \text{ кг} \cdot 8 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 16 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

## Задачи:

### Задача №1

Движение материальной точки описывается уравнением  $x=5-8t+4t^2$ .

Приняв массу равной 2 кг, найдите импульс тела через 2 с после начала движения, а также силу, вызвавшую изменение импульса.

$p - ?$   $F - ?$

Формулы, решения

$$x = 5 - 8t + 4t^2$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$\Delta t = 2 \text{ с}$$

$$F\Delta t = m\Delta v \quad F\Delta t = m(v - v_0)$$

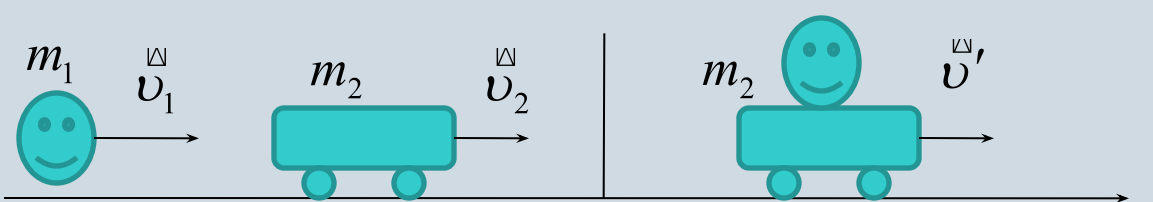
$$F = \frac{m(v - v_0)}{\Delta t}$$

$$F = \frac{2 \text{ кг} \left( 8 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \left( -8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \right) \right)}{2 \text{ с}} = 16 \text{ Н}$$

Ответ :  $p = 16 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}; F = 16 \text{ Н}$

## Задача №2

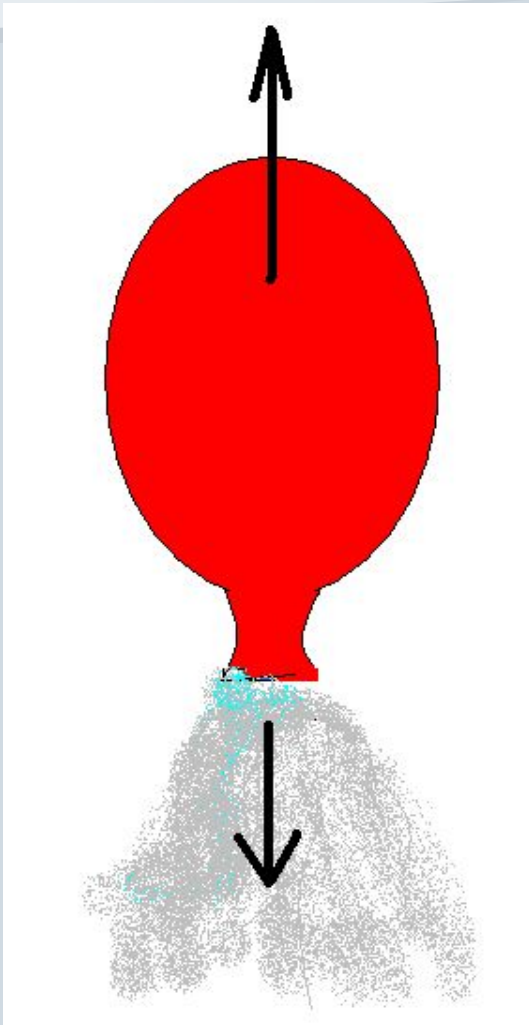
Человек массой 60 кг бежит со скоростью 18 км/ч, догнав тележку массой 20 кг, движущуюся со скоростью 1 м/с, и вскакивает на нее. С какой скоростью станет двигаться тележка с человеком?

$v' - ?$	СИ	Формулы, решения
$m_1 = 60 \text{ кг}$	$5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	
$v_1 = 18 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$		$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v'$
$m_2 = 20 \text{ кг}$		$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v'$
$v_2 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$		$v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$
		$v' = \frac{60 \text{ кг} \cdot 5 \text{ м/с} + 20 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м/с}}{80 \text{ кг}} = \frac{320 \text{ м}}{80 \text{ с}} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
Ответ: $v' = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$		

# Реактивное движение



# Демонстрация реактивного движения



## Опыт:

Надуть резиновый шарик и отпустить его.

## Вопрос:

За счёт чего шарик приходит в движение?

## Вывод:

Шарик приходит в движение за счёт того, что из него выходит воздух, то есть движение шарика является примером реактивного движения!

*На примере опыта видно, что:*

***реактивное движение происходит  
за счет того, что от тела  
отделяется и движется какая-то его  
часть, в результате чего само тело  
приобретает противоположно  
направленный импульс***



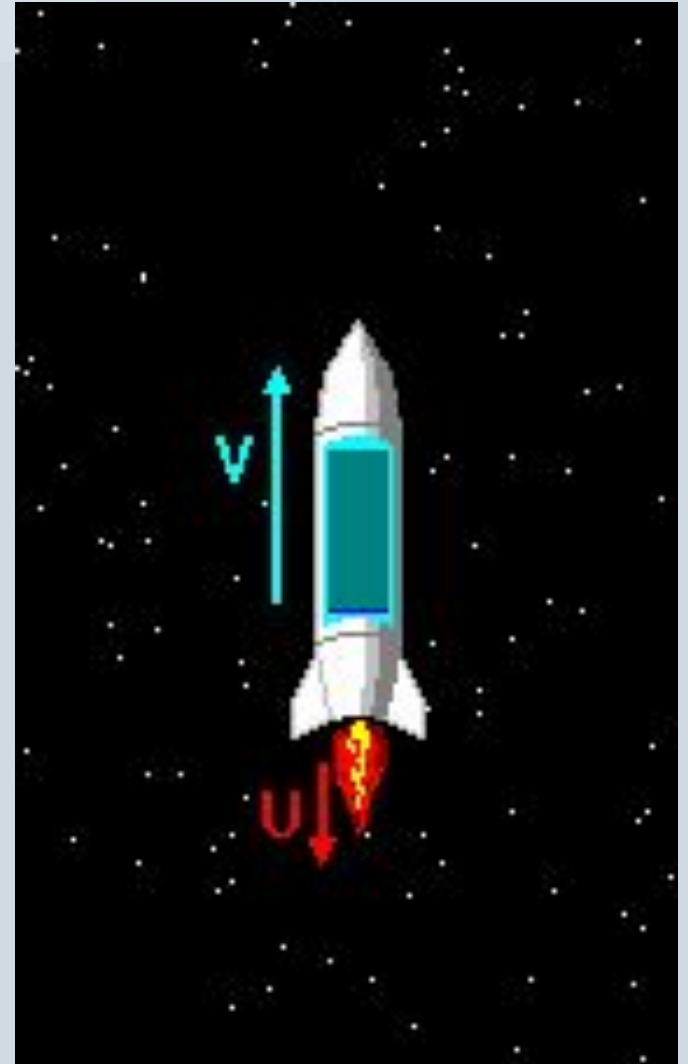
**Реактивное движение - это движение тела, которое возникает в результате отделения от него некоторой части с какой-либо скоростью.**



# Принцип реактивного движения находит широкое практическое применение в авиации и космонавтике



Ракета-носитель –  
ракета,  
предназначенная для  
вывода в космос  
искусственных  
спутников Земли,  
космических кораблей,  
автоматических  
межпланетных  
станций.



# Одноступенчатая ракета

В любой ракете всегда имеется: оболочка и топливо с окислителем. Основную массу ракеты составляет топливо с окислителем. Топливо и окислитель с помощью насосов подается в камеру сгорания. Топливо, сгорая, превращается в газ высокой температуры и высокого давления. Благодаря большой разности давления в камере сгорания и в космическом пространстве, газы с камеры сгорания мощной струей устремляются наружу через сопло.



# С какой целью увеличивают скорость истечения газов?

По закону сохранения импульса суммарный импульс движущейся ракеты и выбрасываемых газов должен быть равен нулю. Значит импульс ракеты и импульс струи газов должны быть равны и противоположно направлены. Чем больше скорость истечения газов, тем больше скорость ракеты.

# Многоступенчатые ракеты

Развивают гораздо большие скорости за счет отбрасывания ступеней и предназначены для более дальних полетов, чем одноступенчатые.



# Работа многоступенчатой ракеты

После того, как топливо и окислитель первой ступени будут израсходованы, эта ступень автоматически отбрасывается и в действие вступает двигатель второй ступени

Уменьшение общей массы ракеты путем отбрасывания уже ненужной ступени позволяет сэкономить топливо и окислитель, и увеличить скорость ракеты. Затем таким же образом отбрасывается вторая ступень.

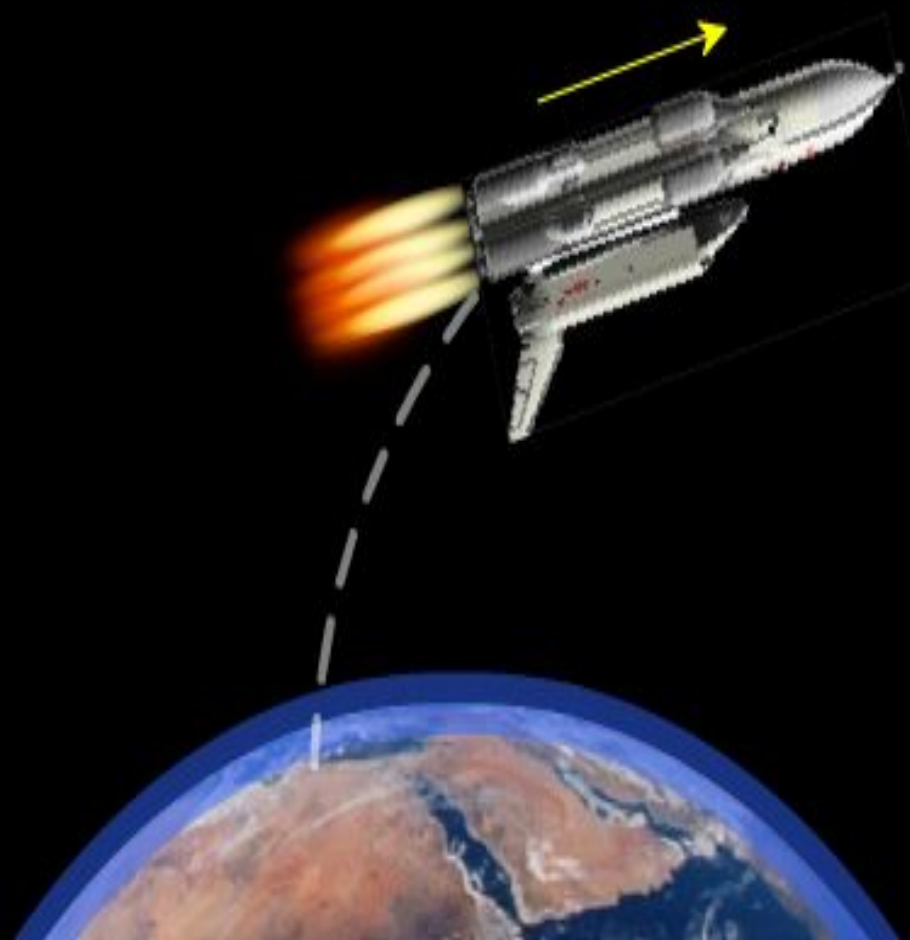
Если возвращение космического корабля на Землю или его посадка на какую-либо другую планету не планируется, то третья ступень, как и две первых, используются для увеличения скорости



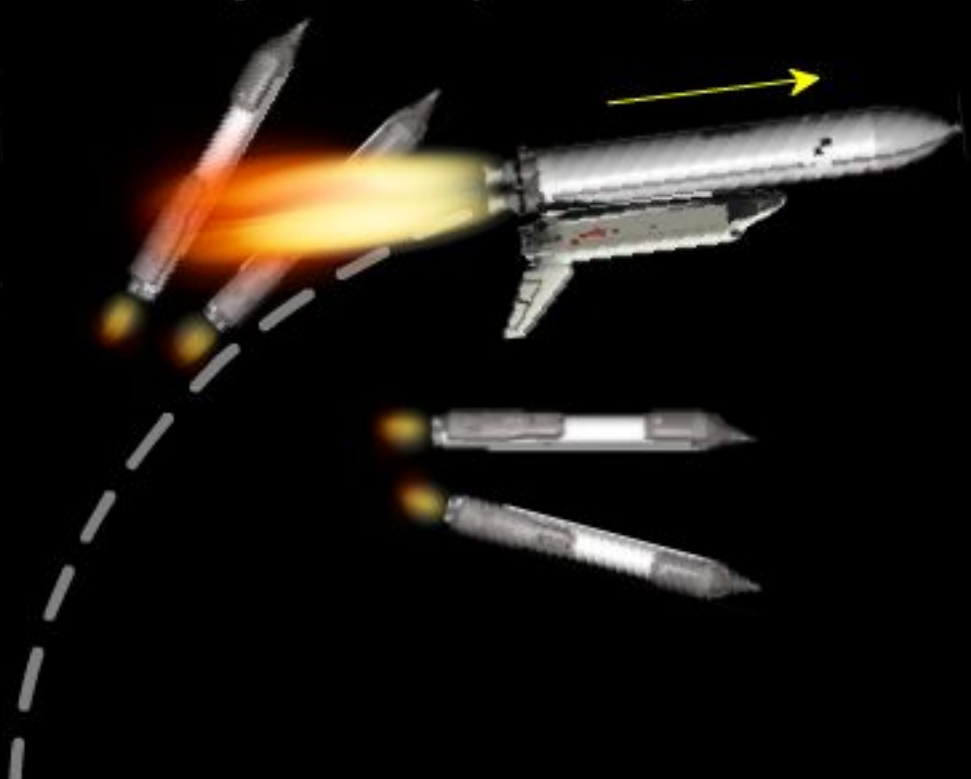
Если же корабль должен совершить посадку, то она используется для торможения корабля перед посадкой.



Разгон на первой ступени



Отделение первой ступени,  
запуск второй ступени



# Скорость ракеты

Из закона сохранения импульса следует, что при мгновенном сгорании топлива выполняется соотношение:

$$\frac{v_p}{v_{\Gamma}} = \frac{m_T}{M - m_T}$$

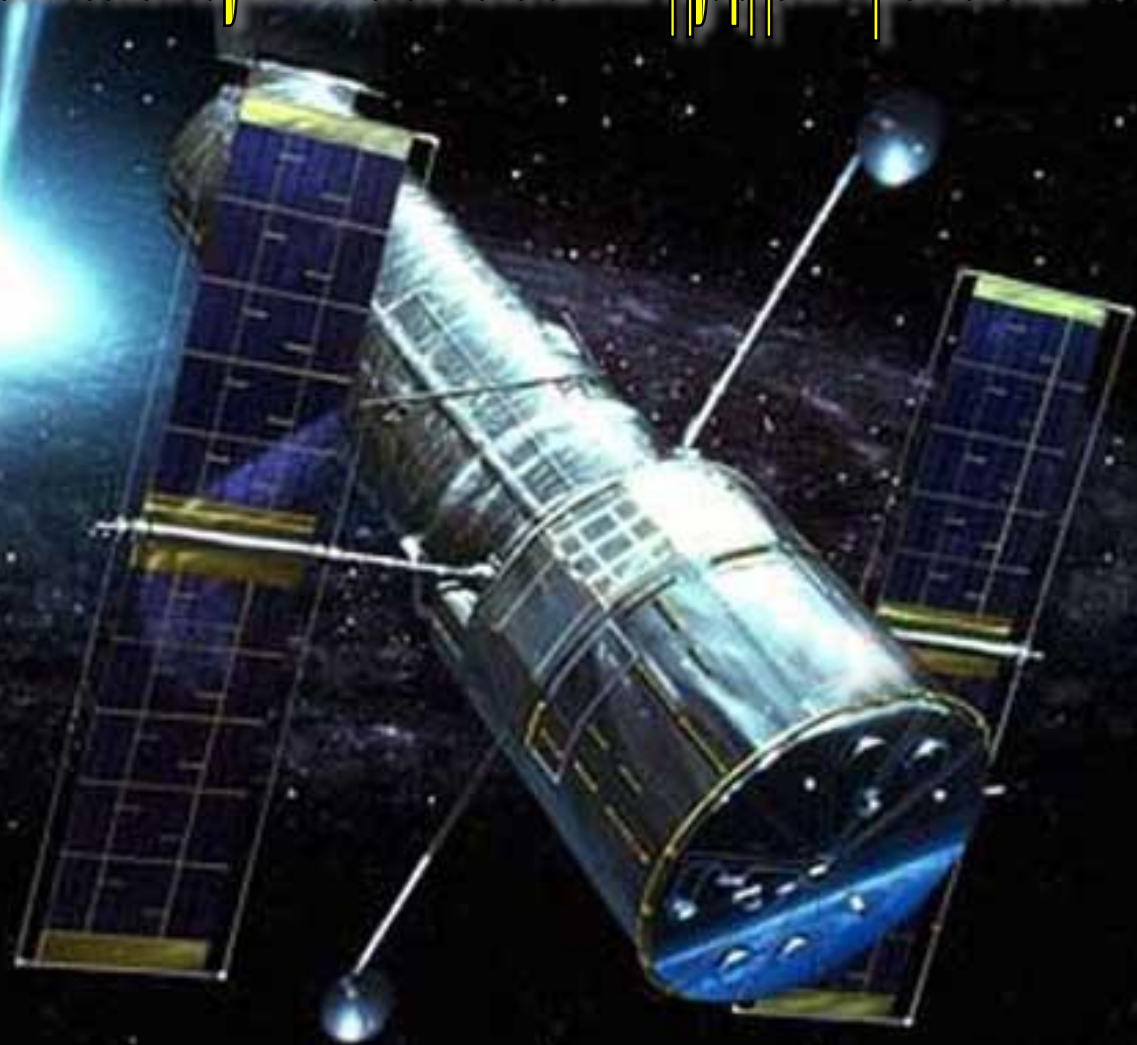
где  $m_T$  – масса топлива;

$M - m_T$  – масса ракетоносителя с космическим кораблем без топлива;

$v_p$  - скорость ракеты;

$v_{\Gamma}$  - скорость истечения газов

Основоположником и теоретиком космической науки является Константин Эдуардович Циолковский



# Константин Эдуардович Циолковский

Разработал теорию движения ракет, вывел формулу для расчета их скорости, первый предложил использовать многоступенчатые ракеты.



# Сергей Павлович Королев



Спустя полвека  
развил и реализовал  
идеи Циолковского  
создал космические  
корабли. Юрий  
Алексеевич Гагарин  
был первым  
космонавтом.

# Юрий Алексеевич Гагарин

**Первый  
космонавт в  
истории  
человечества.**



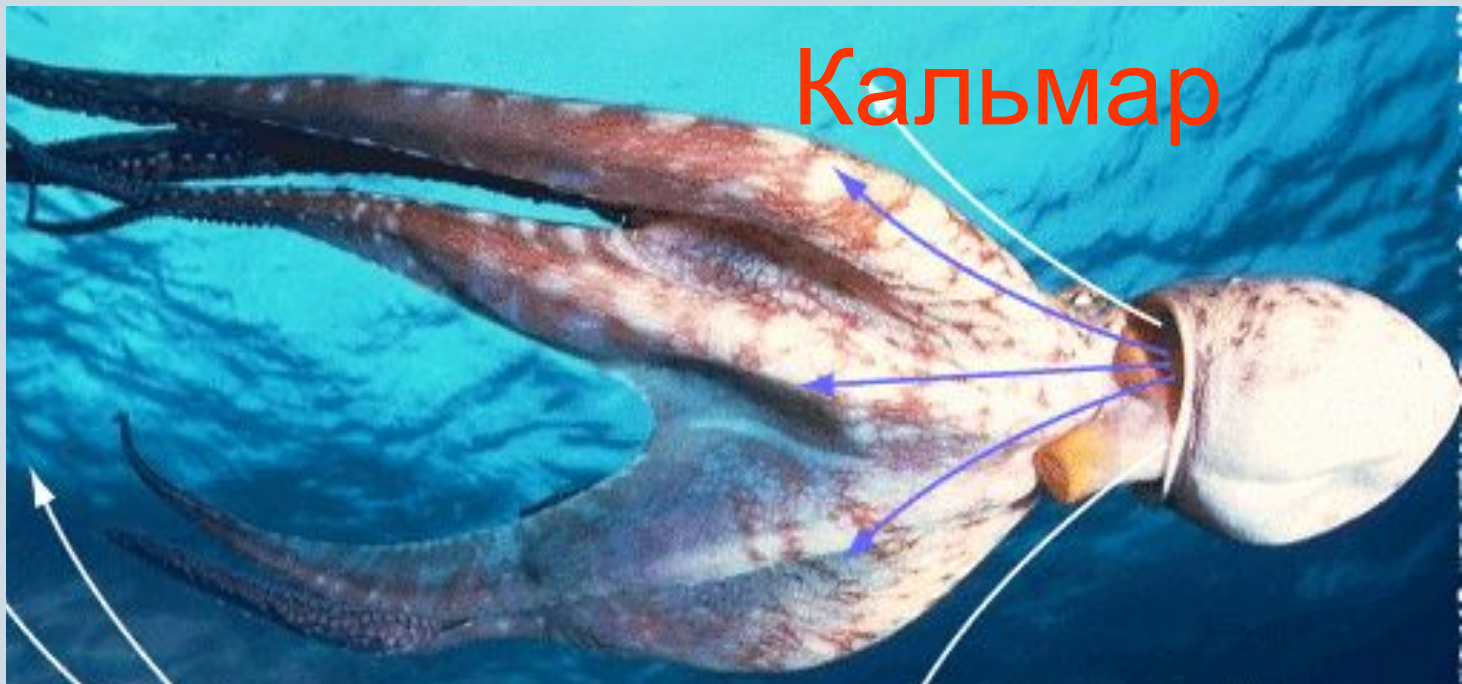
12 апреля 1961 года  
совершил первый  
пилотируемый  
космический полет на  
корабле «Восток».

# Реактивное движение в природе

В южных странах произрастает растение под названием "бешеный огурец". Стоит только слегка прикоснуться к созревшему плоду, похожему на огурец, как он отскакивает от плодоножки, а через образовавшееся отверстие из плода фонтаном со скоростью до 10 м/с вылетает жидкость с семенами. Сами огурцы при этом отлетают в противоположном направлении. Стреляет бешеный огурец (иначе его называют «дамский пистолет») более чем на 12 м



Кальмар является самым крупным беспозвоночным обитателем океанических глубин. Он передвигается по принципу реактивного движения, вбирая воду в себя. А затем с огромной силой проталкивая ее через особое отверстие – «воронку», и с большой скоростью (до 70 км/ч) двигается толчками назад.



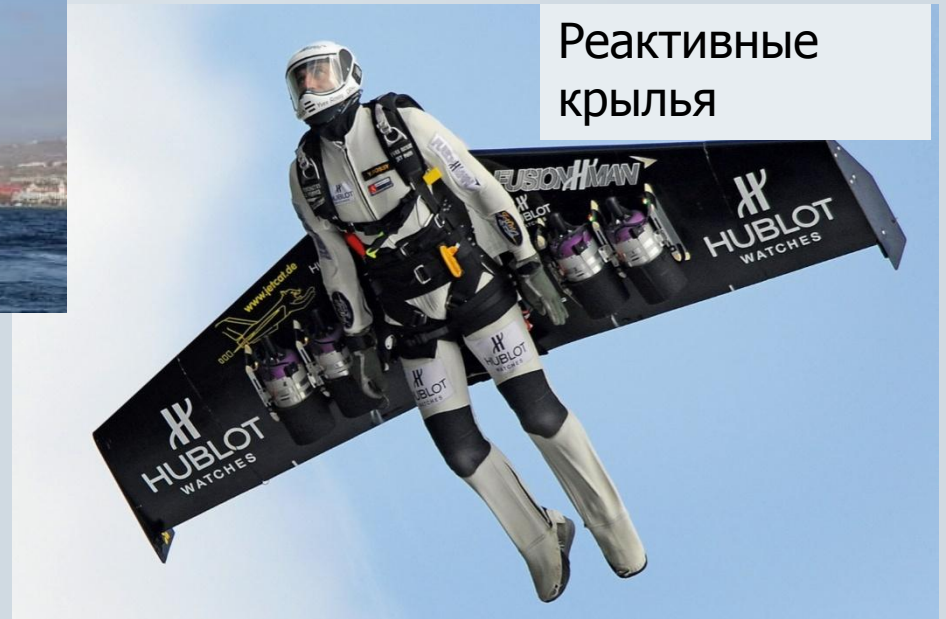


Осьминог



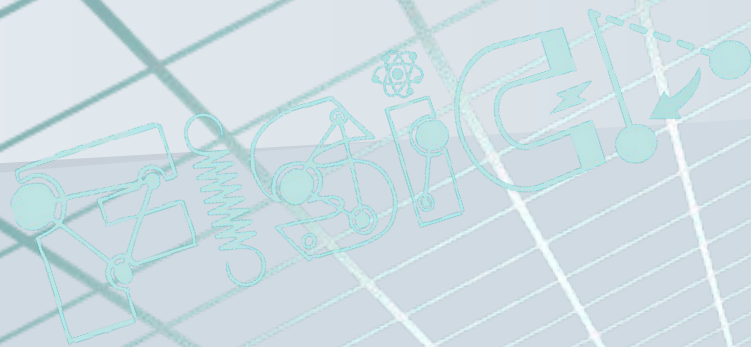
Каракатица





Реактивные  
крылья





Етма

***Желаю успеха в постижении тайн мироздания,  
в раскрытии смысла понятий и законов физики!***

