

Импульс тела. Закон сохранения импульса и его практическое применение

*Отчетная работа слушателей курсов ИРРО
«Проектирование деятельности учителей
физики и естествознания с использованием
информационных технологий»*



Составители:

Словянова Марина Анатольевна(МОУ СОШ №143)



ИМПУЛЬС

**Урок
№1.**

ИМПУЛЬС ТЕЛА

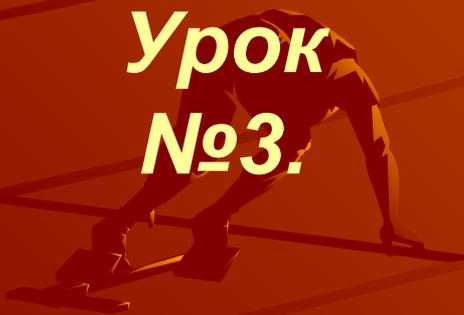
**Урок
№2.**

**ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ
ИМПУЛЬСА ТЕЛА**

**Урок
№3.**

**ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНА
СОХРАНЕНИЯ
ИМПУЛЬСА ТЕЛА**

**ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ
ЗАДАЧ**



Урок №1.

ИМПУЛЬС ТЕЛА



Понятие импульса было введено в физику французским ученым Рене Декартом (1596-1650).



Причиной изменения скорости тела является действие на него силы F , при этом тело не может изменить свою скорость мгновенно.

Следовательно, изменение скорости зависит не только от силы, но и от времени ее действия.

Выясним зависимость изменения скорости тела от силы действующей на него и времени действия этой силы при равноускоренном движении тела :



Второй закон Ньютона

Ускорение тела при прямолинейном равноускоренном движении

$$\vec{F} = m\vec{a}$$
$$\vec{a} = \frac{\vec{V} - \vec{V}_0}{t}$$

Подставим ускорение в формулу второго закона Ньютона и получим:

$$\vec{F} = m \cdot \frac{\vec{V} - \vec{V}_0}{t}$$

$$\vec{F} \cdot t = m \cdot \vec{V} - m \cdot \vec{V}_0$$

Рассмотрим полученное выражение

$$\vec{F} \cdot t = m \cdot \vec{V} - m \cdot \vec{V}_0$$



Физическая величина,
равная произведению
силы, действующей на
тело, и времени ее
действия называется

**ИМПУЛЬС
СИЛЫ**



Физическая величина,
равная произведению
массы тела и его
скорости называется

ИМПУЛЬС ТЕЛА

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

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

Направление вектора импульса тела совпадает с направлением скорости тела.



Единицей измерения импульса в СИ
является

Килограмм · метр в секунду

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



Единицей измерения импульса силы в
СИ является ньютон · секунда

$$[F \cdot t] = \text{Н} \cdot \text{с}$$

Урок
№2.

Закон сохранения импульса



“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”.

Рене Декарт.

С другой стороны мы знаем третий закон Ньютона:

Силы, с которыми взаимодействуют два любых тела, всегда равны по величине и противоположны по направлению.



Согласно третьему закону Ньютона, силы взаимодействия между двумя телами равны:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Для каждого тела запишем:

$$\vec{F}_1 t = m_1 \vec{V}'_1 - m_1 \vec{V}_1 \quad -\vec{F}_2 t = m_2 \vec{V}'_2 - m_2 \vec{V}_2$$

Сложим почленно эти равенства:


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

или

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

В более общем виде данное выражение выглядит следующим образом:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2$$

Векторная сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, остается постоянной при любых движениях и взаимодействиях тел системы.

Закон справедлив для замкнутой системы тел.

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

Данный закон является фундаментальным законом природы

Проверь себя !

- Что называется импульсом тела, импульсом силы?
- Почему импульс- векторная величина?
- Назвать единицы импульса в СИ.
- Сформулировать и записать математически закона сохранения импульса.
- При каких условиях он выполняется?
- Какую систему называют замкнутой?
- Кем и когда был впервые сформулирован закон сохранения импульса?

*Урок
№3.*

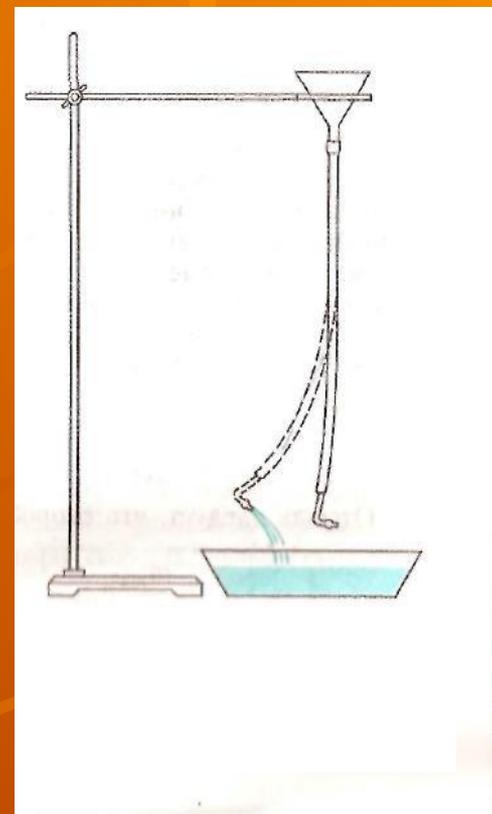
Применение закона сохранения импульса



Движение тела, возникающее при отделении от тела его части с некоторой скоростью, называется **реактивным движением**.

Реактивное движение, возникающее при выбросе воды, можно наблюдать на следующем опыте. Нальем воду в стеклянную воронку, соединенную с резиновой трубкой, имеющей Г-образный наконечник.

Мы увидим, что, когда вода начнет выливаться из трубки, сама трубка придет в движение и отклонится в сторону, противоположную направлению вытекания воды.



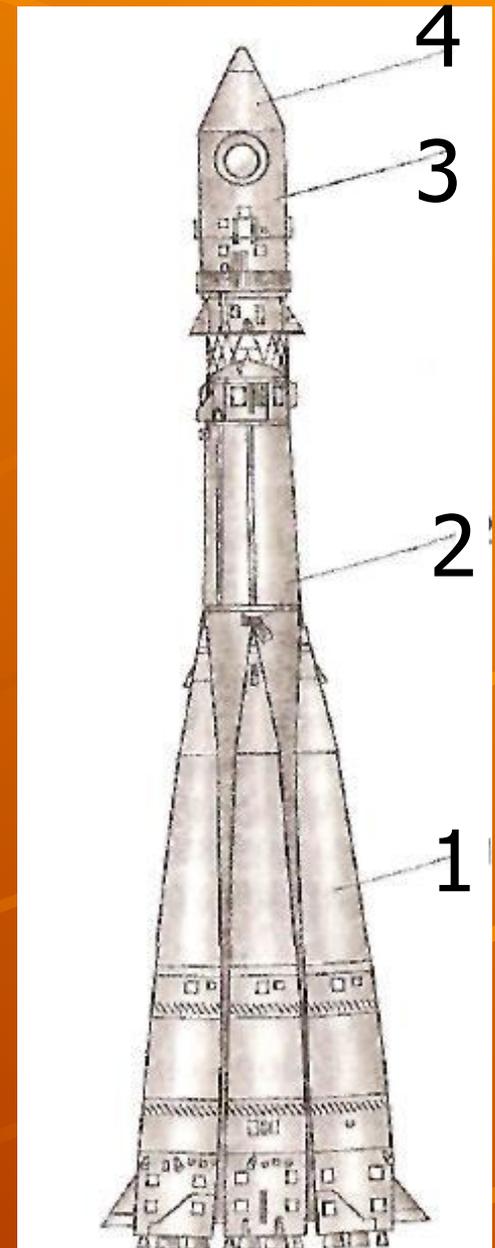
Примером реактивного движения является движение ракеты.

Принцип действия ракеты:

Из сопла ракеты с огромной скоростью вылетают продукты сгорания топлива (раскаленные газы) и, согласно закону сохранения импульса, сама ракета получает сильнейший «толчок» в противоположном направлении

Сначала в таких ракетах работают лишь блоки первой ступени **1**. Когда запасы топлива в них кончатся, они отделяются и включается вторая ступень **2**; после исчерпания в ней топлива она также отделяется и включается третья ступень **3**.

Находящийся в головной части ракеты спутник или какой-либо другой космический аппарат укрыт головным обтекателем **4**, обтекаемая форма которого способствует уменьшению сопротивления воздуха при полете ракеты в атмосфере Земли.



Обозначим «сухую»
массу ракета

Скорость ракеты

$$m_p$$
$$v_p$$

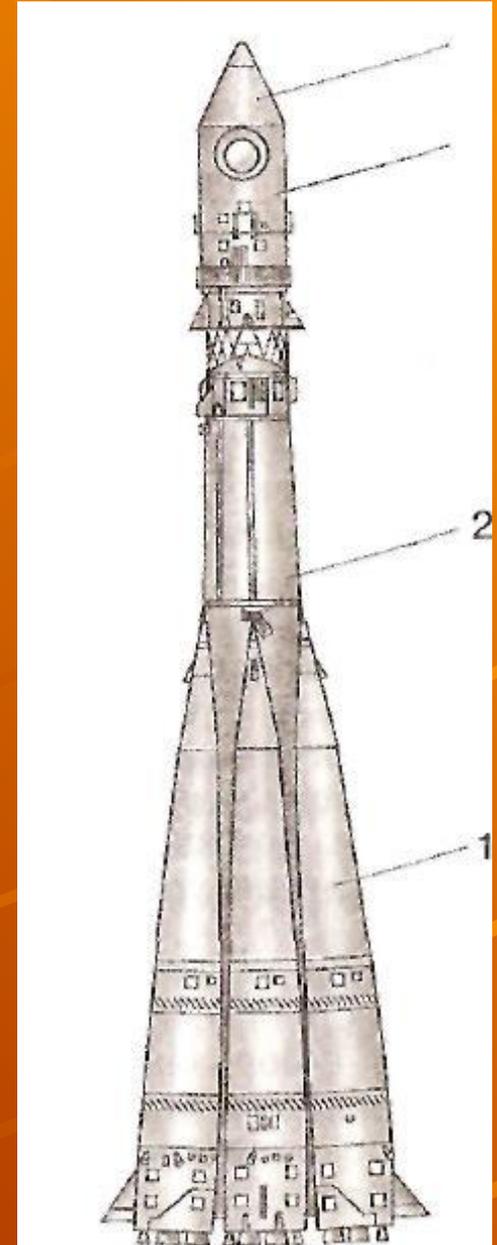
а массу вырывающихся
газов

$$m_{газ}$$

Скорость
вырывающихся газов

$$v_{газ}$$


$$w_p = \frac{m_{газ} v_{газ}}{m_p} w_{газ}$$



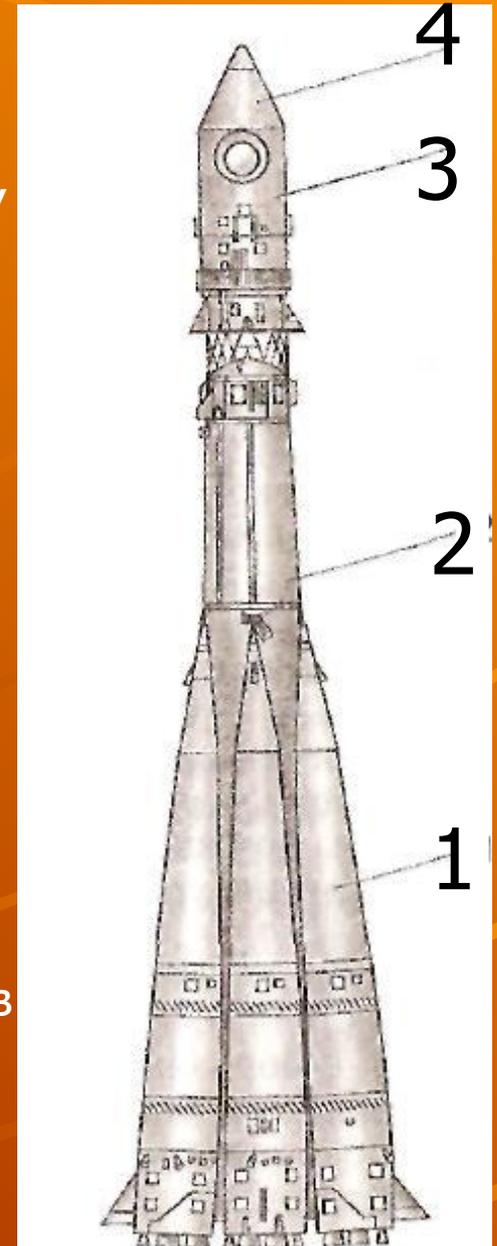
Мы видим, что чем больше масса ракеты тем меньше ее скорость.

По мере истечения рабочего тела освободившиеся баки, лишние части оболочки и т. д. начинают обременять ракету ненужным грузом, затрудняя ее разгон. Поэтому для достижения космических скоростей применяют составные (или многоступенчатые) ракеты.

Сначала в таких ракетах работают лишь блоки первой ступени **1**. Когда запасы топлива в них кончаются, они отделяются и включается вторая ступень **2**; после исчерпания в ней топлива она также отделяется и включается третья ступень **3**.

Находящийся в головной части ракеты спутник или какой-либо другой космический аппарат укрыт головным обтекателем **4**, обтекаемая форма которого способствует уменьшению сопротивления воздуха при полете ракеты в атмосфере Земли.

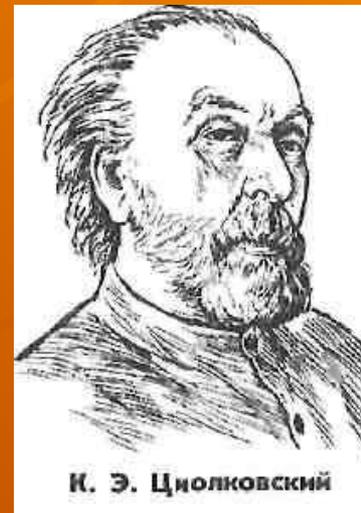
$$v_p = \frac{m_{\text{изг}}}{m_p} v_{\text{изг}}$$



Данная формула является приближенной.

В ней не учитывается, что по мере сгорания топлива масса летящей ракеты становится все меньше и меньше. Точная формула для скорости ракеты впервые была получена в 1897 г. К. Э. Циолковским.

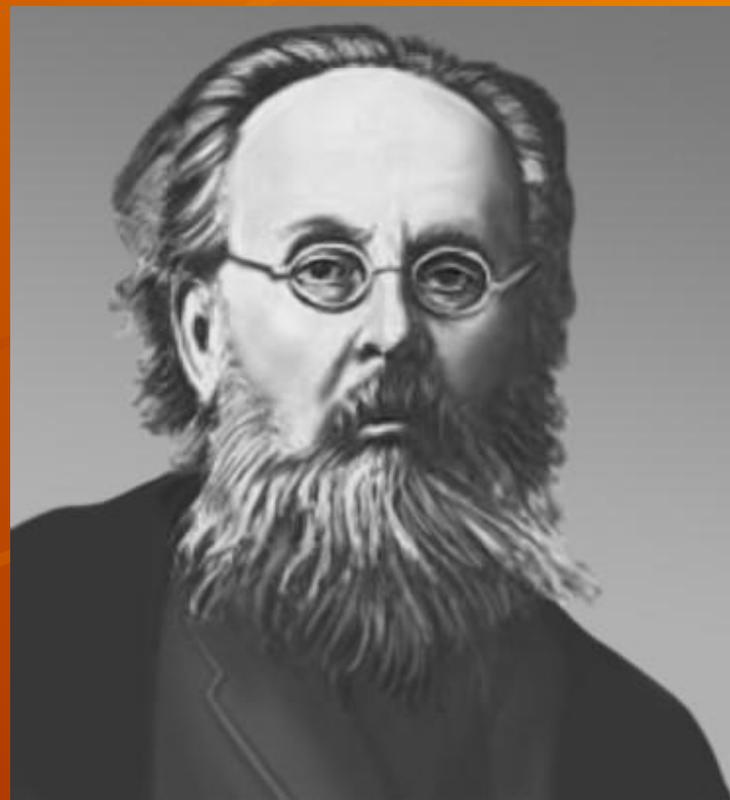
$$v_p = \frac{m_{газ}}{m_p} v_{газ}$$



$v_p, \text{км/с}$	m_0/m	$v_p, \text{км/с}$	m_0/m	$v_p, \text{км/с}$	m_0/m
4	2,7	16	55	28	1100
8	7,4	20	148	32	2980
12	20,1	24	403	36	8100

Первым мысль о том, что с помощью ракет можно начать освоение космоса, высказал учитель одной из калужских гимназий Константин Эдуардович Циолковский.

Опередив свое время почти на полвека, Циолковский заложил основы теории реактивного движения и ракетных двигателей, предложил использовать многоступенчатые ракеты, разработал основные идеи систем жизнеобеспечения экипажа и другие аспекты космических путешествий.



Первыми мечту Циолковского о космических полетах осуществили советские ученые и конструкторы под руководством Сергея Павловича Королева. Первый искусственный спутник Земли был запущен в СССР 4 октября 1957 года, а первый полет человека в космос осуществлен 12 апреля 1961 года. Первым космонавтом Земли стал Юрий Алексеевич Гагарин.



Королев С. П.



Гагарин Ю. А.

По принципу реактивного движения передвигаются некоторые представители животного мира, например кальмары и осьминоги. Периодически выбрасывая вбираемую в себя воду, они способны развивать скорость до 60—70 км/ч. Аналогичным образом перемещаются медузы, каракатицы и некоторые другие животные.



Примеры реактивного движения можно обнаружить и в мире растений. Например, созревшие плоды «бешеного» огурца при самом легком прикосновении отскакивают от плодоножки и из отверстия, образовавшегося на месте отделившейся ножки, с силой выбрасывается горькая жидкость с семенами; сами огурцы при этом отлетают в противоположном направлении.



Примеры решения задач.

Импульс тела

**Закон сохранения
импульса тела**



Алгоритм решения задач по теме «Закон сохранения импульса»

- Выяснить вид взаимодействия (упругий или неупругий удар)
- Изобразить направления векторов скоростей тел до начала их взаимодействия.
- Изобразить направления векторов скоростей тел после их взаимодействия.
- Выбрать систему координат.
- Записать данный закон в векторном виде
- Записать данный закон в проекциях на выбранную ось
- Решить полученное уравнение относительно неизвестной величины
- Проверить полученный результат на «глупость»

Чему равен импульс космического корабля, движущегося со скоростью 8 км/с? Масса корабля 6,6 т.

Дано:

СИ

Решение:

$$v = 8 \text{ км/с}$$

$$8000 \text{ м/с}$$

$$m = 6,6 \text{ т}$$

$$6600 \text{ кг}$$

$p = ?$

$$p = mv =$$

$$= 6600 \text{ кг} \cdot 8000 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 52800000 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $p = 52800000 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$



Пуля, массой 9 г вылетает из винтовки массой 6 кг со скоростью 600 м/с. Найти скорость отдачи винтовки.

Дано:

$$m_1 = 9 \text{ г} = 0,009 \text{ кг}$$

$$m_2 = 6 \text{ кг}$$

$$V_1' = 600 \text{ м/с}$$

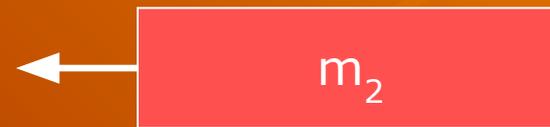
$$V_2 = ?$$

До:



$$V_1 = V_2 = 0$$

После:



$$V_1'$$

0

Удар упругий

x

$$m_1 \cdot 0 + m_2 \cdot 0 = m_1 V_1' + m_2 V_2'$$

$$0 = m_1 V_1' + m_2 V_2'$$

$$\text{оx} : 0 = m_1 V_1' - m_2 V_2'$$

$$m_1 V_1' = m_2 V_2'$$

$$V_2' = \frac{m_1 V_1'}{m_2} = \frac{0,009 \text{ кг} \cdot 600 \text{ м/с}}{6 \text{ кг}} = 0,9 \text{ м/с}$$

Ответ: скорость отдачи ружья составляет 0,9 м/с

Реши сам!

Снаряд массой 100 кг , летящий горизонтально вдоль железнодорожного полотна со скоростью 500 м/с попадает в вагон с песком массой 10 т и застревает в нем. Какую скорость получит вагон, если он двигался со скоростью 36 км/ч в направлении противоположном движению снаряда?