

# **«Экспериментальное подтверждение законов сохранения импульса и энергии в механике»**

**Ученик 10 «А» класса  
Ригачев Илья Сергеевич  
Научный руководитель - преподаватель  
Федотова Тамара Николаевна.**

## **Цель работы:**

**1. Продемонстрировать и экспериментально проверить закон сохранения импульса и закон сохранения энергии.**

## **Задачи:**

**1. Продемонстрировать справедливость закона сохранения импульса на примере:**

- а) Неупругое соударение тел**
- б) Движение тел с нулевым значением импульса**

**2. Изучить закон сохранения энергии на примере:**

- а) Упругий удар**
- б) Сохранения механической энергии в поле силе тяжести.**

# Содержание.

**1. Введение**



**2. Демонстрационные эксперименты  
законов сохранения импульса и  
энергии**

**3. Реактивное движение –  
практическое применение  
законом сохранения импульса**

**4. Заключение**

# Введение.

$$m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 = m_1 \vec{u}_1' + m_2 \vec{u}_2' - \text{формула}$$

закона сохранения импульса.

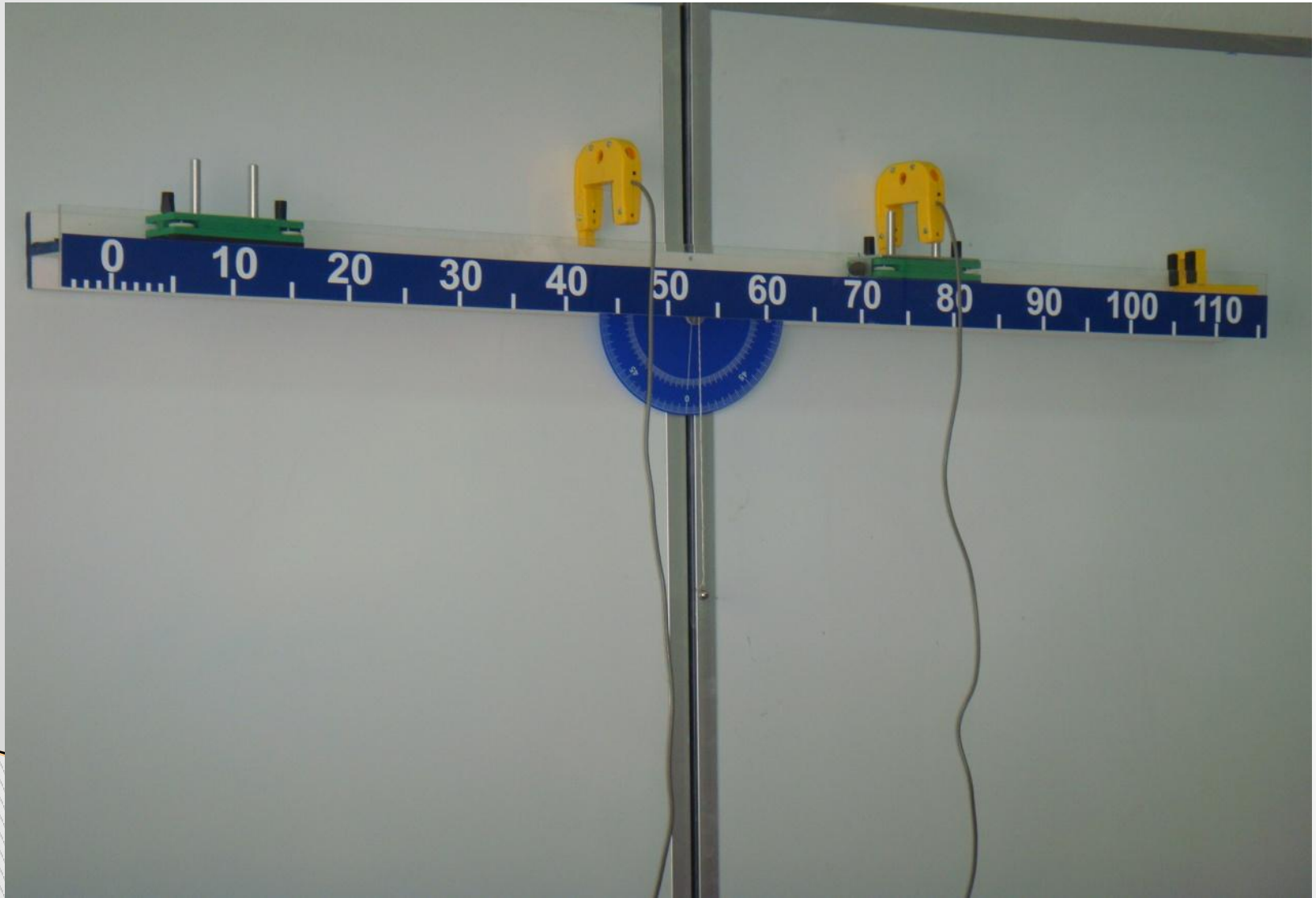


$$E_{к1} + E_{п1} = E_{к2} + E_{п2} - \text{формула закона сохранения}$$

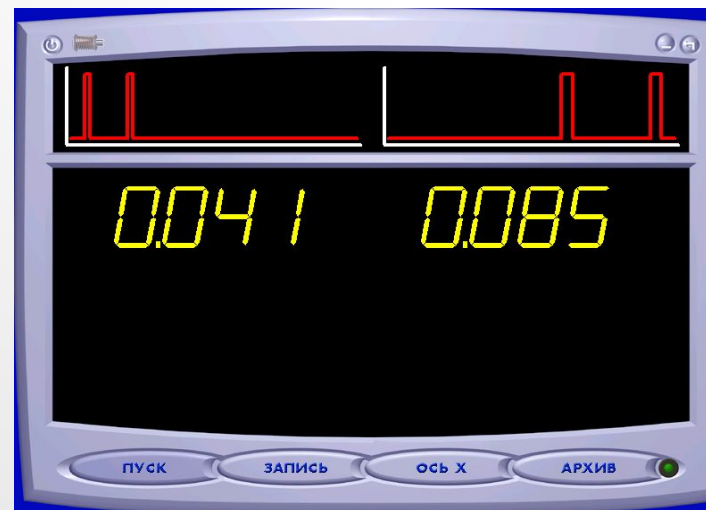
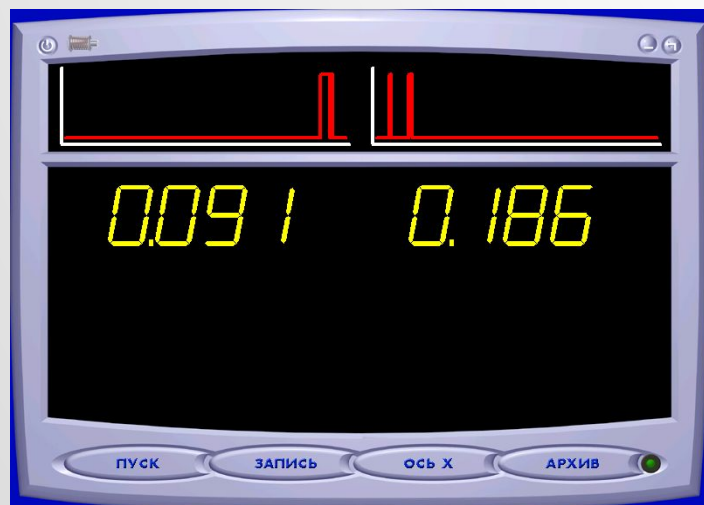
полной механической энергии

# Закон сохранения импульса

## Неупругое соударение тел



# Провожу измерение



	$\Delta t_1, \text{с}$	$\Delta t_2, \text{с}$	$v_1, \text{м/с}$	$u, \text{м/с}$	$P_1 = m_1 v_1, \text{кг} \cdot \text{м/с}$	$P_2 = (m_1 + m_2) u, \text{кг} \cdot \text{м/с}$
$m_1 = m_2$	0,041	0,085	1,219	0,588	0,146	0,141
	0,057	0,126	0,877	0,397	0,105	0,095
	0,091	0,186	0,549	0,269	0,065	0,064

Обозначения, принятые в таблице:

$\Delta t_1$  - время движения налетающей тележки мимо первого оптоэлектрического датчика;

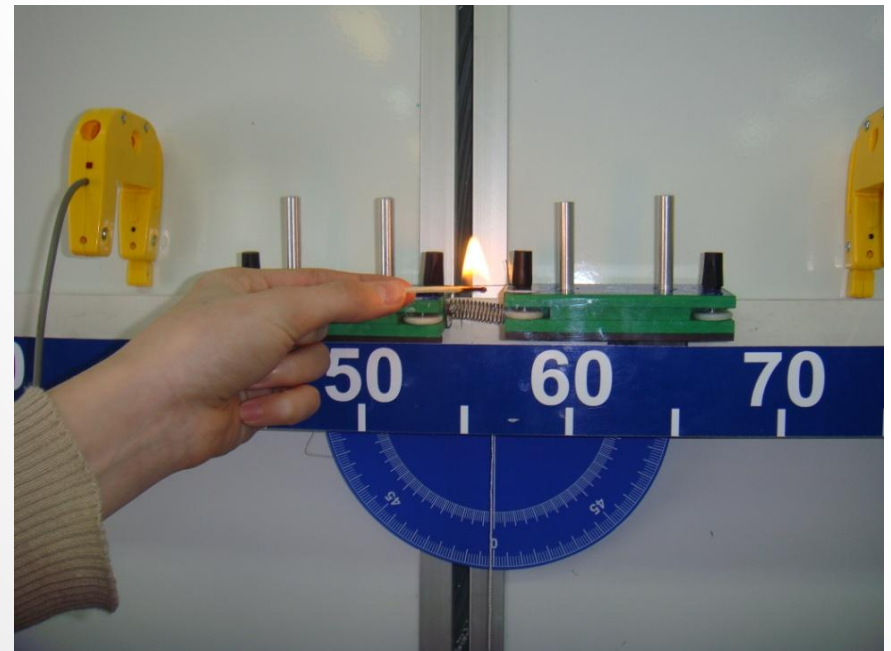
$\Delta t_2$  - время движения тележек мимо второго оптоэлектрического датчика;

$v_1 = l / \Delta t_1$  - скорость налетающей тележки ( $l$  - расстояние между флажками);

$u = l / \Delta t_2$  - скорость тележек после столкновения;

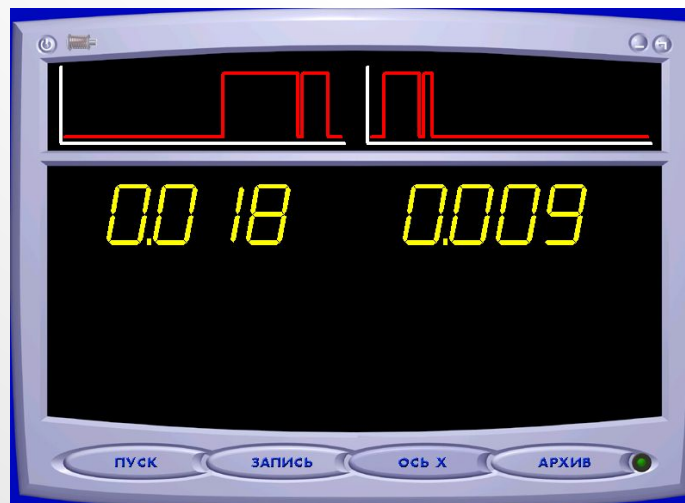
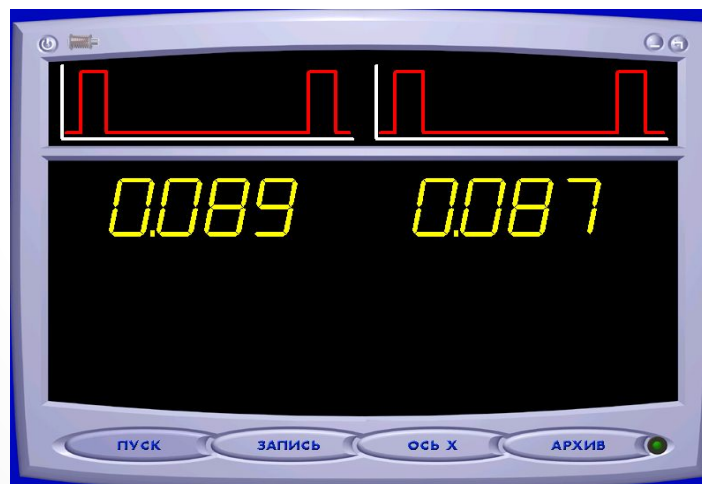
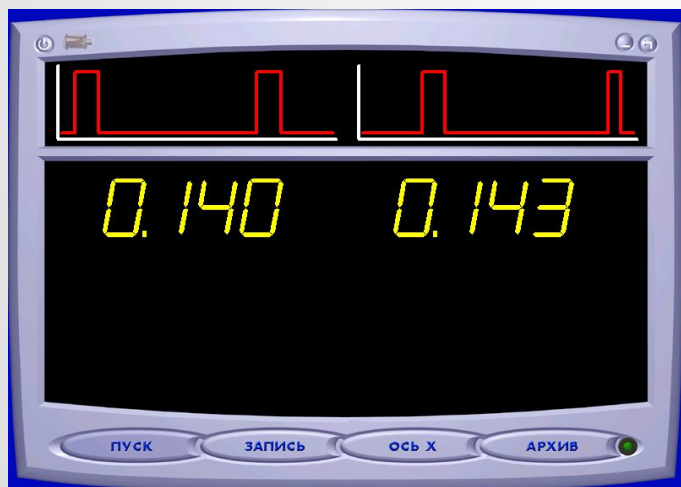
$P_1, P_2$  - значения импульса системы до и после столкновения.

# Движение тел с нулевым значением импульса





# Провожу измерение



	$\Delta t_1, \text{с}$	$\Delta t_2, \text{с}$	$u_1, \text{м/с}$	$u_2, \text{м/с}$	$P_1 = m_1 u_1, \text{кг} \cdot \text{м/с}$	$P_2 = m_2 u_2, \text{кг} \cdot \text{м/с}$	$P = -P_1 + P_2$
$m_1 = m_2$	0,089	0,087	0,561	0,574	0,0763	0,0688	0,0075
	0,140	0,143	0,357	0,349	0,0428	0,0419	0,0009
$m_1 = 2m_2$	0,018	0,009	2,777	5,55	0,666	0,666	0



**Обозначения, принятые в таблице:**

$m_1, m_2$  - массы тележек ( $m_1 = m_2 = 0.12$  кг);

$\Delta t_1, \Delta t_2$  - время движения тележек мимо оптоэлектрических датчиков;

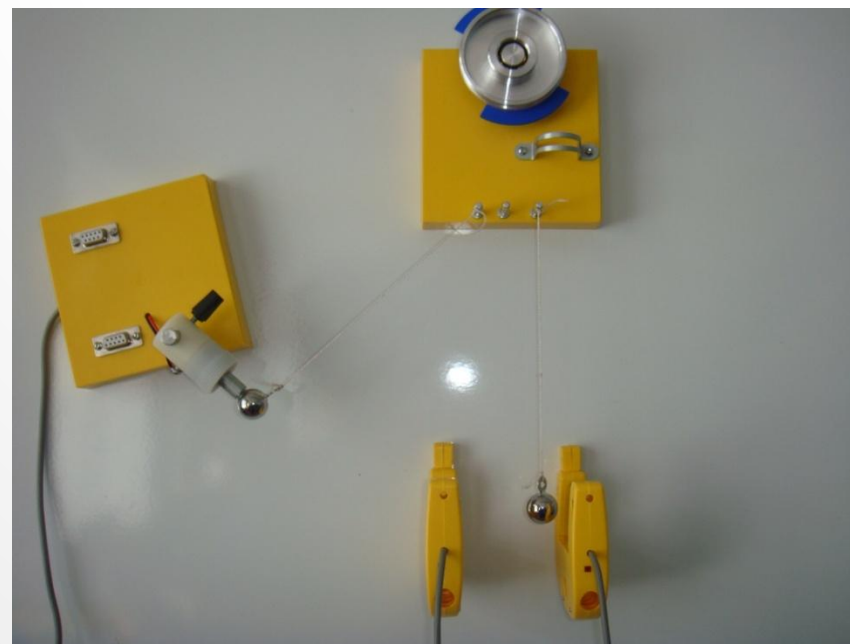
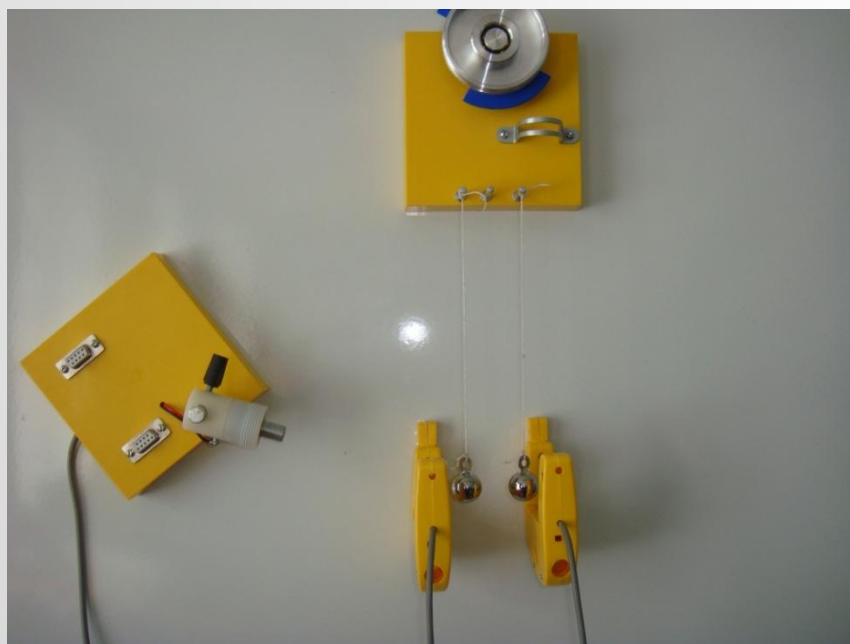
$u_1, u_2$  - скорость движения тележек после пережигания нити;

$P_1, P_2$  - импульсы движущихся тележек;

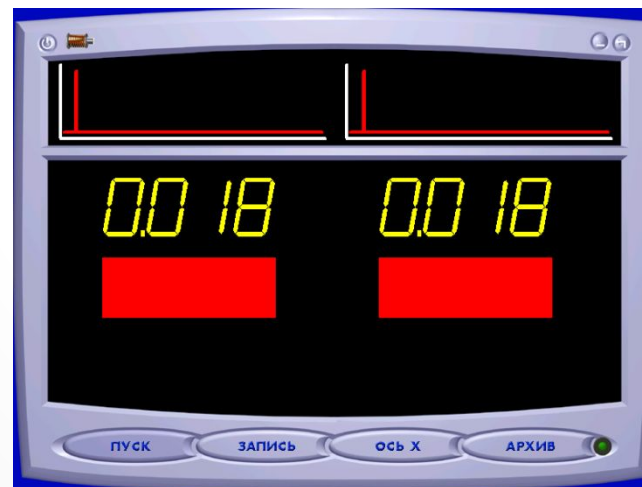
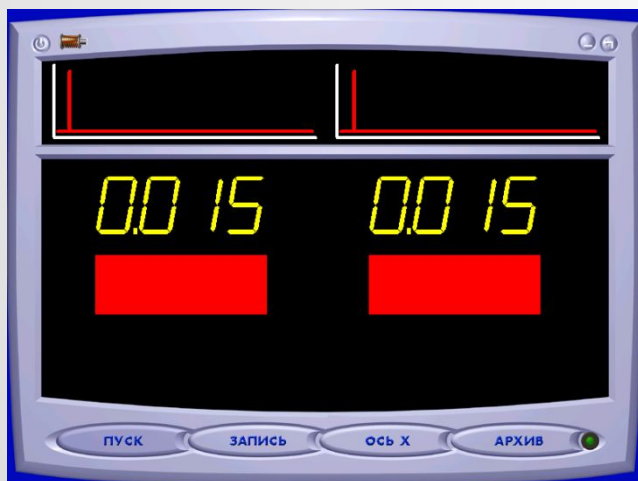
$P = P_1 + P_2$  - импульс системы тел после освобождения тележек.

# Закон сохранения энергии

## Упругий удар



# Провожу измерение



$m_1 = m_2$	$\Delta t_1, \text{с}$	$\Delta t_2, \text{с}$	$v_1, \text{м/с}$	$u_2, \text{м/с}$	$T, \text{Дж}$	$T', \text{Дж}$
1	0,015	0,015	1,2	1,2	0,017	0,017
2	0,018	0,018	1	1	0,019	0,019
3	0,021	0,022	0,857	0,818	0,0087	0,0079

$\Delta t_1, \Delta t_2$  - интервалы времени, регистрируемые компьютерной измерительной системой.

$v_1 = D/\Delta t_1$  - скорость налетавшего шара до столкновения

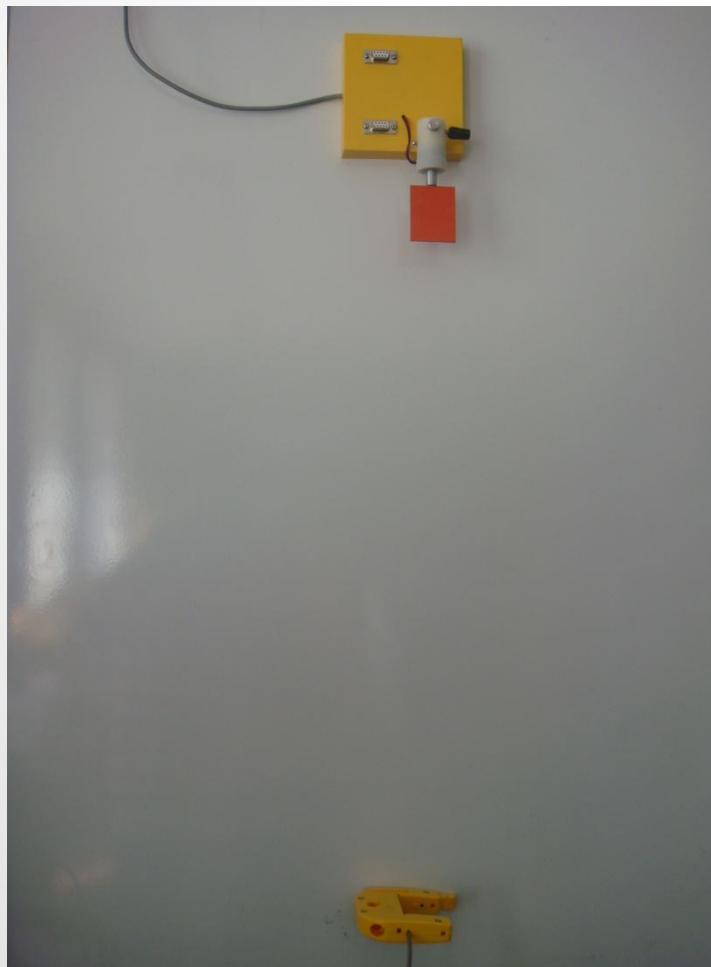
$u_2 = D/\Delta t_2$  - скорость первоначально покоящегося шара после столкновения

$T = \frac{m_1 \cdot u_1^2}{2}$  - кинетическая энергия до столкновения.

$T' = \frac{m_1 \cdot u_2^2}{2}$  - кинетическая энергия после столкновения.

$\Delta T = T' - T$  - изменение кинетической энергии в результате взаимодействия шаров.

# Сохранение механической энергии в поле силы тяжести



# Провожу измерение



	<b>m</b>	<b>h</b>	$\Delta t$	<b>u</b>	$u_{\text{cp}}$	$E_{\text{к}}$	$E_{\text{p}}$
<b>1</b>	<b>0,025</b>	<b>0,6</b>	<b>0,016</b>	<b>3,125</b>	<b>3,343</b>	<b>0,140</b>	<b>0,147</b>
<b>2</b>	<b>0,025</b>	<b>0,6</b>	<b>0,015</b>	<b>3,571</b>	<b>3,343</b>	<b>0,140</b>	<b>0,147</b>
<b>3</b>	<b>0,025</b>	<b>0,6</b>	<b>0,014</b>	<b>3,333</b>	<b>3,343</b>	<b>0,140</b>	<b>0,147</b>



**Обозначения, принятые в таблице:**

$u = l/\Delta t$  - скорость квадрата, где  $l$  – длина стороны квадрата, а  $\Delta t$  – измеренный интервал времени.

$v_{\text{cp}} = \frac{1}{n} (v_1 + v_2 + \dots + v_n)$  - средняя скорость

$E_{\text{к}} = \frac{m \cdot v^2}{2}$  – кинетическая энергия

$E_{\text{p}} = mgh$  – потенциальная энергия



# Реактивное движение

## Оборудование



## Макет ракеты



# Заключение



Обозначим проекцию импульса газов через

$m_{\Gamma} u_{\Gamma}$ , через  $m_{\text{К}} u_{\text{К}}$

Следовательно,  $0 = m_{\Gamma} u_{\Gamma} - m_{\text{К}} u_{\text{К}}$  ;

$$m_{\text{К}} u_{\text{К}} = m_{\Gamma} u_{\Gamma}$$



Отсюда видно: корпус ракеты получает такой же по модулю импульс, что и вылетевшие из сопла газы. Далее получаем скорость корпуса:

$$u_{\text{К}} = \frac{m_{\Gamma}}{m_{\text{К}}} u_{\Gamma}$$

Формулу, дающую возможность определить массу топлива, необходимого для сообщения ракете заданной скорости, а также найти максимальную скорость ракеты при заданном запасе топлива, получил К.Э. Циолковский. Для случая движения ракеты без учета влияния силы тяжести формула Циолковского имеет вид:  $m_0 / m = e^{v / u} = 10^{0,4343 v / u}$

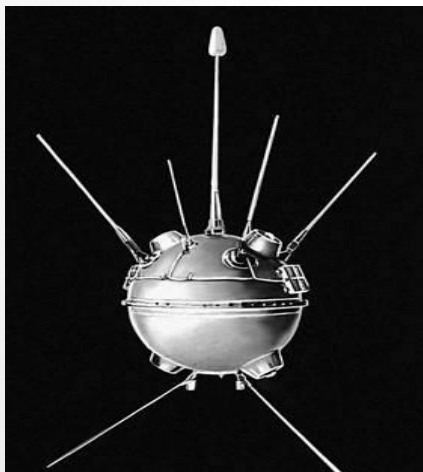
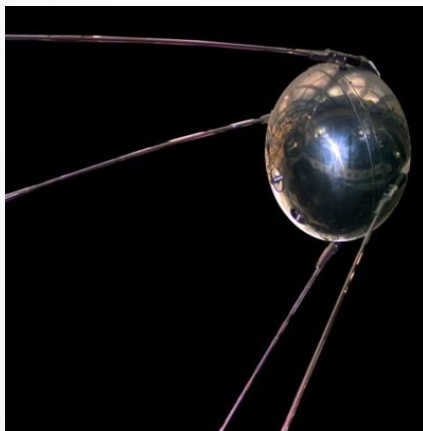
Анализ формулы Циолковского приводит к выводу, что расход топлива, необходимого для достижения заданной скорости, определяется скоростью истечения газов относительно ракеты.



**Законы движения тел переменной массы были исследованы русскими учеными И.В. Мещерским (1859-1935) и К.Э. Циолковским (1857-1935) и нашли широкое применение в практике расчета движения современных ракет.**



**Предложение Циолковского, по словам академика С.П. Королева (1907-1966), «открыло дорогу для вылета в космос». Крупнейшим конструктором ракетно – космических систем был академик Сергей Павлович Королев. Под его руководством были осуществлены запуски первых в мире искусственных спутников Земли, Луны и Солнца, первых пилотируемых космических кораблей и первый выход человека из спутника в открытый космос.**



**4 октября 1957 г. началась космическая эра человечества. В этот день в СССР впервые в мире был осуществлен запуск искусственного спутника Земли. Все радиостанции мира передавали сигналы, идущие с борта первого искусственного спутника.**

**2 января 1959 г. была запущена автоматическая межпланетная станция «Луна -1»**

**12 апреля 1961 г. гражданин СССР Ю.А. Гагарин (1934-1968) совершил первый в мире пилотируемый космический полет на корабле – спутнике «Восток». Этот полет навечно вписан в историю мировой космонавтики золотыми буквами.**

**В ходе работы было сделано два прибора:**



**Маятник «Максвелла» демонстрирует явление превращения одного вида механической энергии в другой.**



**Прибор для демонстрации закона сохранения импульса.**