

«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.

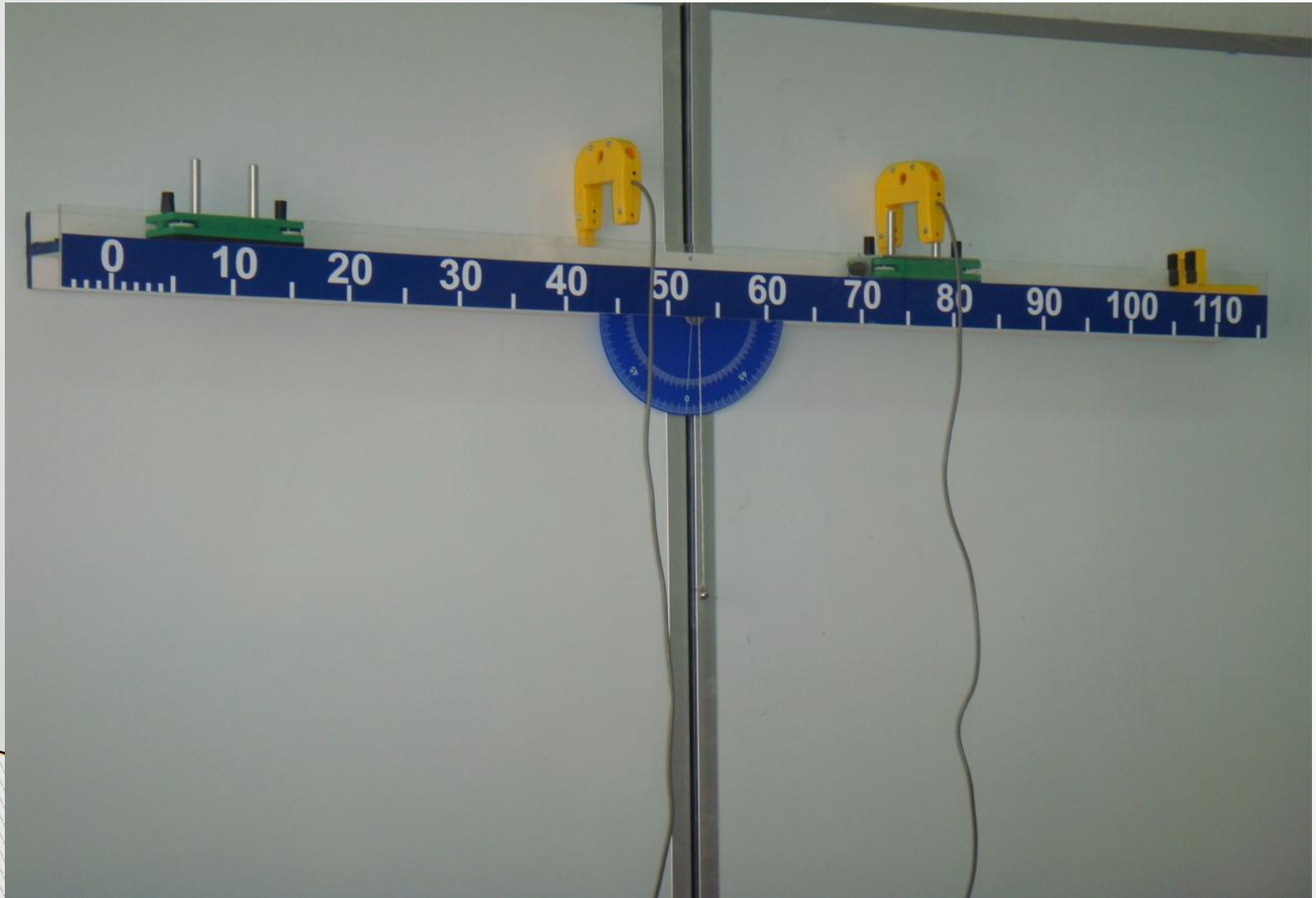


$$E_{к1} + E_{п1} = E_{к2} + E_{п2} - \text{формула закона сохранения}$$

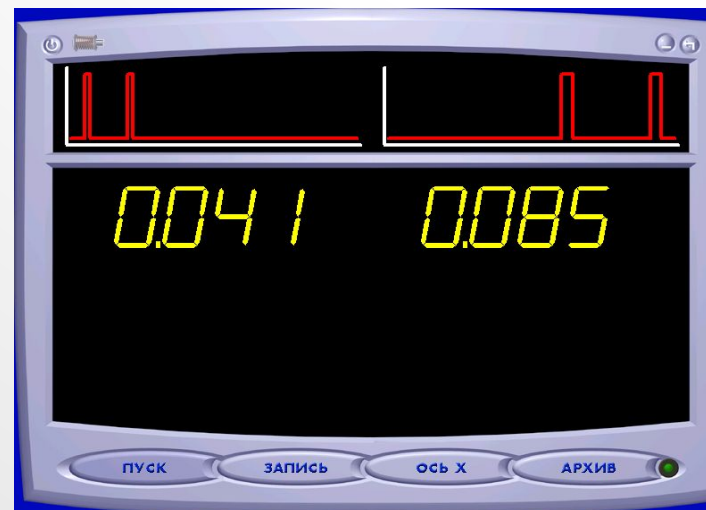
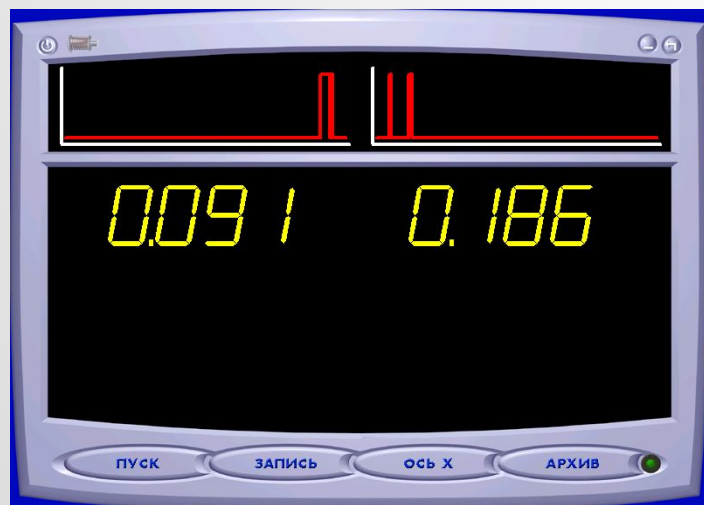
полной механической энергии

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:

Δt_1 - время движения налетающей тележки мимо первого оптоэлектрического датчика;

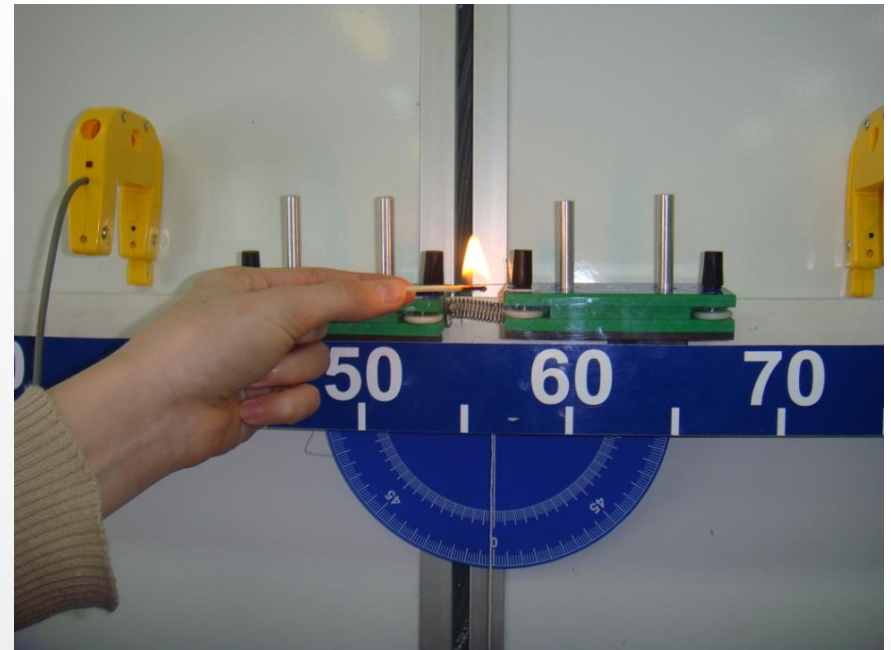
Δt_2 - время движения тележек мимо второго оптоэлектрического датчика;

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

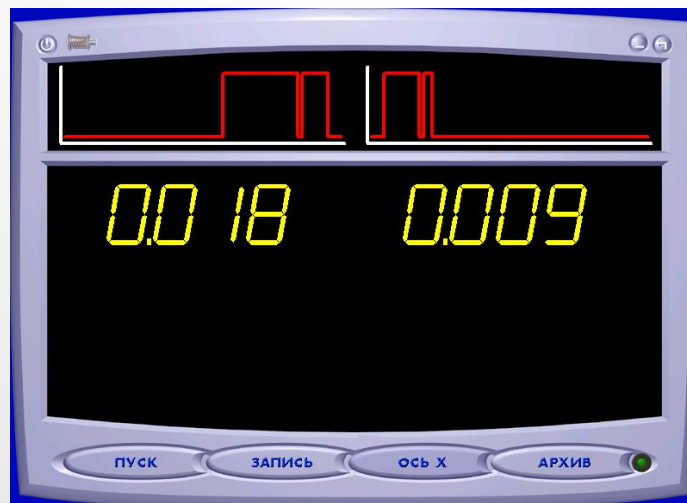
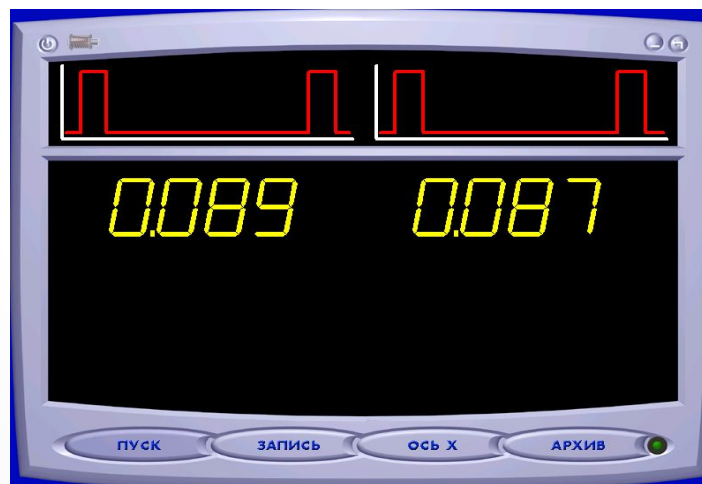
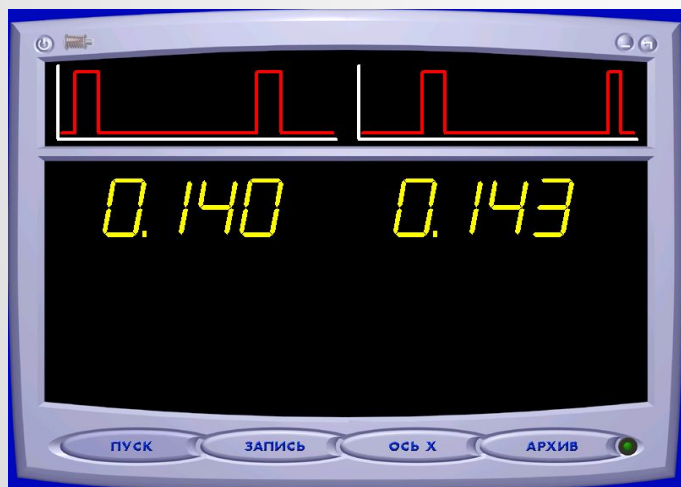
$u = l / \Delta t_2$ - скорость тележек после столкновения;

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 ($m_1 = m_2 = 0.12 \text{ кг}$);

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

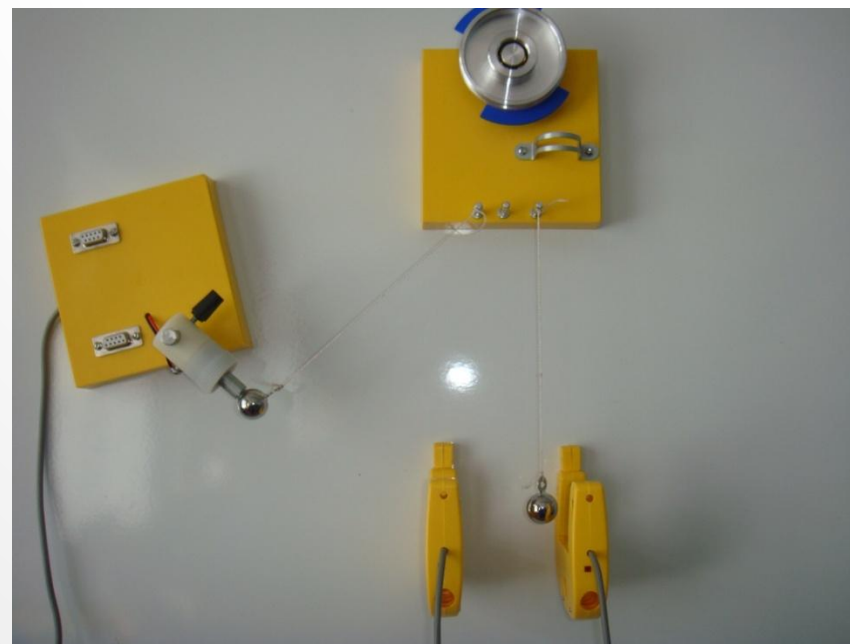
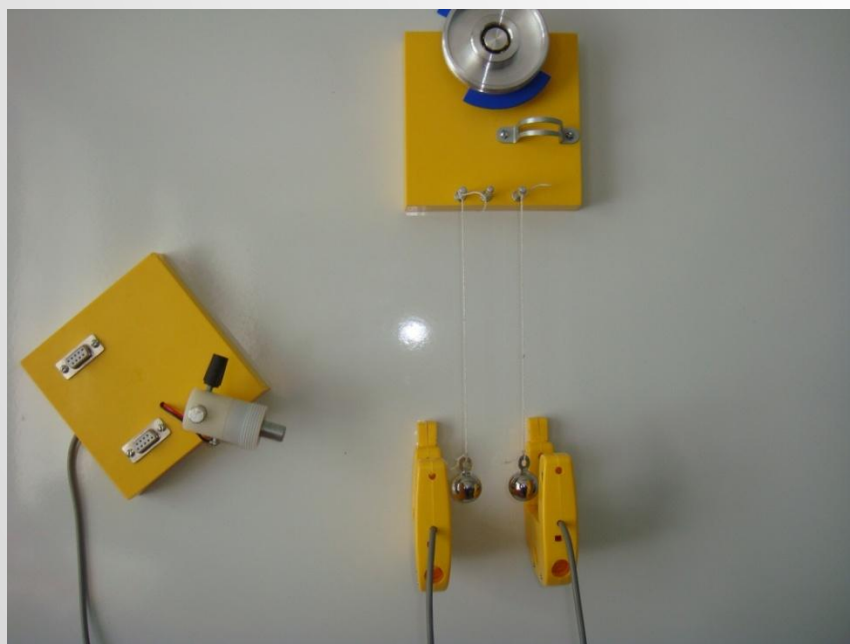
u_1, u_2 - скорость движения тележек после пережигания нити;

P_1, P_2 - импульсы движущихся тележек;

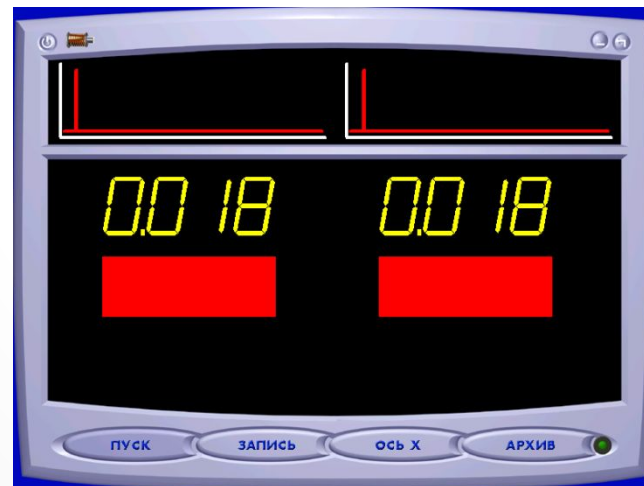
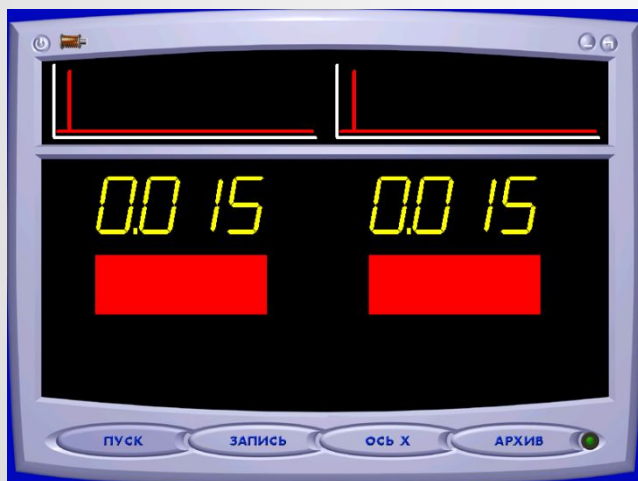
$P = P_1 + P_2$ - импульс системы тел после освобождения тележек.

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

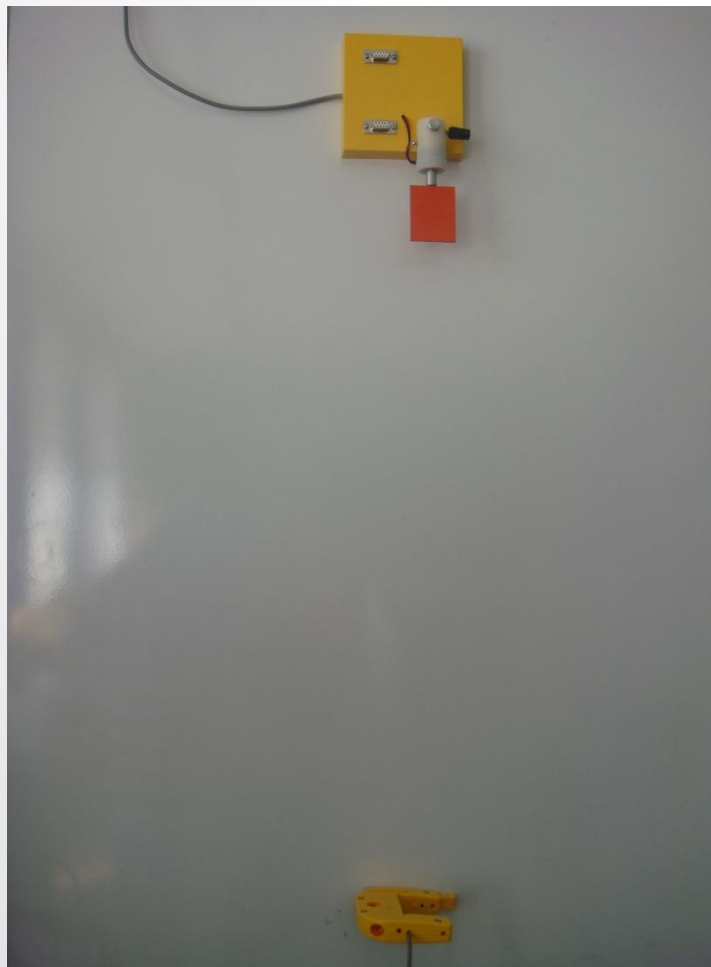
$u_2 = D/\Delta t_2$ - скорость первоначально покоящегося шара после столкновения

$T = \frac{m_1 \cdot u_1^2}{2}$ - 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



| | m | h | Δt | u | u_{cp} | $E_{\text{к}}$ | E_{p} |
|----------|--------------|------------|--------------|--------------|-----------------|----------------|----------------|
| 1 | 0,025 | 0,6 | 0,016 | 3,125 | 3,343 | 0,140 | 0,147 |
| 2 | 0,025 | 0,6 | 0,015 | 3,571 | 3,343 | 0,140 | 0,147 |
| 3 | 0,025 | 0,6 | 0,014 | 3,333 | 3,343 | 0,140 | 0,147 |



Обозначения, принятые в таблице:

$u = l/\Delta t$ - скорость квадрата, где l – длина стороны квадрата, а Δt – 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: $m_0 / m = e^{v / u} = 10^{0,4343 v / u}$

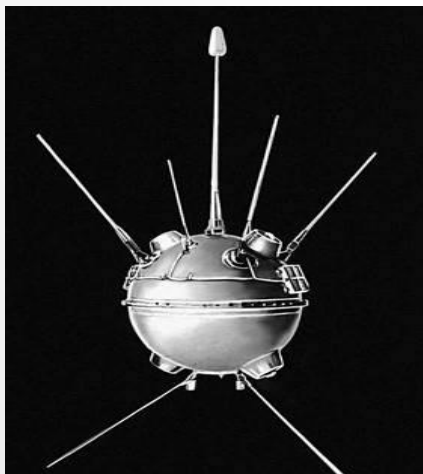
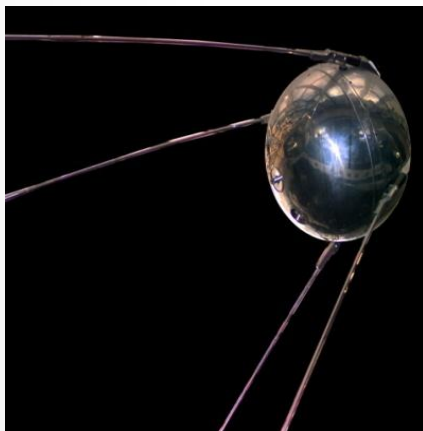
Анализ формулы Циолковского приводит к выводу, что расход топлива, необходимого для достижения заданной скорости, определяется скоростью истечения газов относительно ракеты.



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.