



**Дорвались на хлебозаводе!
ДКП ЕГФ 1999 г. (фото Атаева З.А.).**

АТАЕВ ЗАИРБЕГ АВУКАВОВИЧ

**доктор географических наук, профессор
Московский городской открытый колледж**

8-920-975-45-68, ataev-rzn@ya.ru

Лекция 5.

Законы динамики (законы Ньютона)

План лекции:

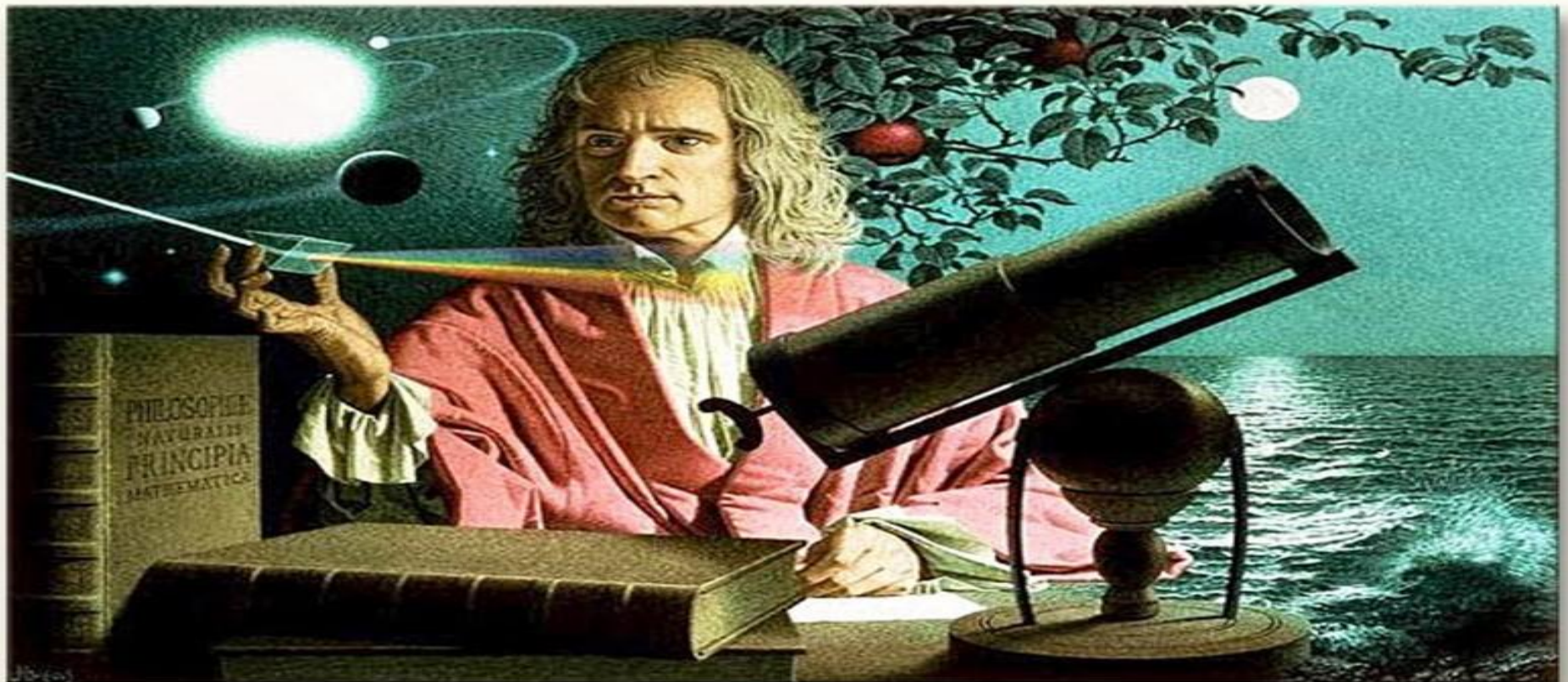
- 1. Три закона механики
(первый закон Ньютона).**
- 2. Второй закон Ньютона.**
- 3. Третий закон Ньютона.**

1. Три закона механики (законы Ньютона)

Три закона механики (динамики, или законы Ньютона), составили фундамент классической механики, были изложены автором в книге «Математические начала натуральной философии» (1667 г.).

Законы Ньютона — позволяют записать уравнения движения для любой механической системы, если известны силы, действующие на составляющие её тела.

Законы механики аксиоматичны, используются и сегодня (базируются на обобщении экспериментальных результатов).



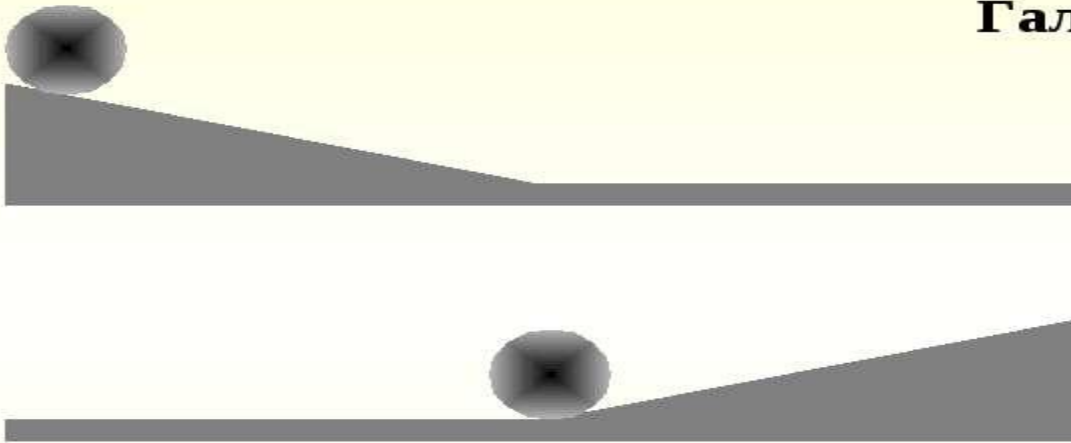
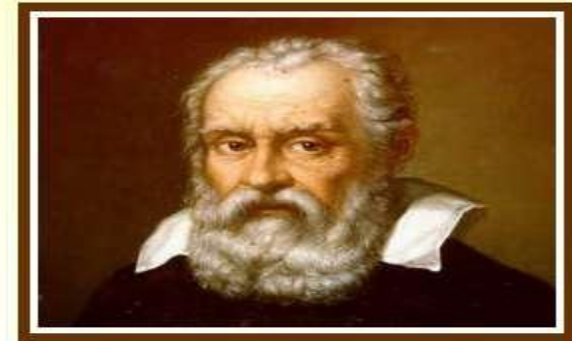
Первый закон И. Ньютона (закон инерции)

Законы Ньютона появились не на пустом месте.

Еще ранее **Г. Галилей** сформулировал принцип инерции (1632 г.): явления сохранения скорости тела, при отсутствии на него действия других тел называется - **инерцией**.

Инерция

Галилео
Галилей



Причина изменения скорости тела – воздействие на него других тел.

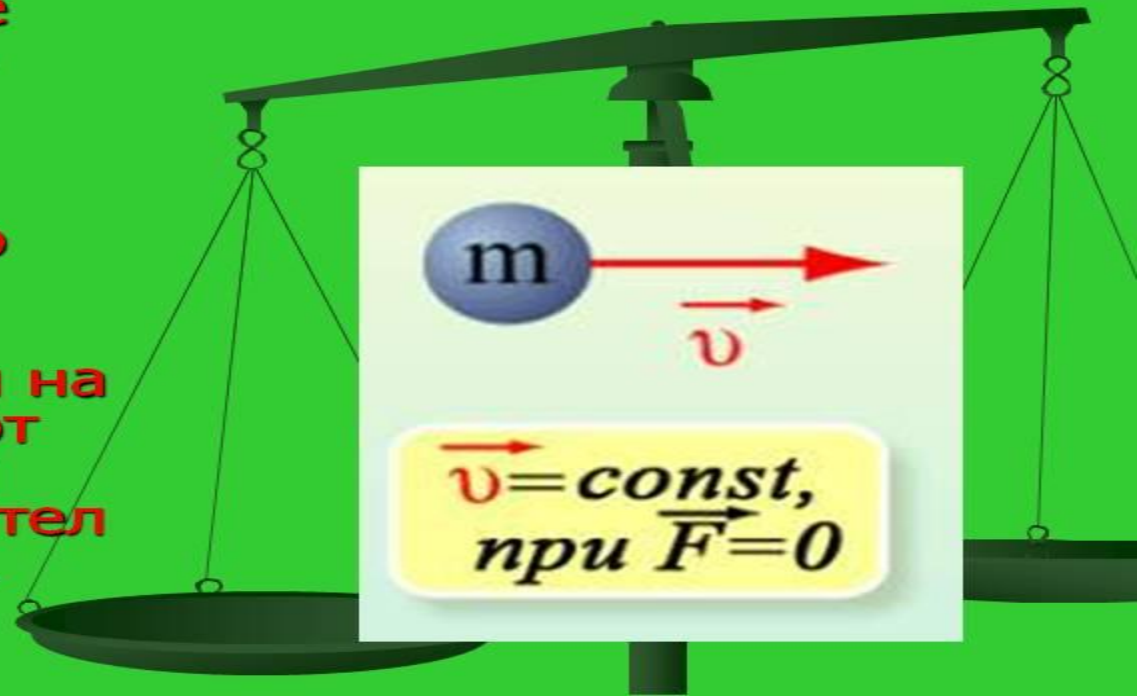
Если на тело не действуют другие тела, то скорость тела не изменяется ни по модулю ни по направлению.

Ньютон обобщил и сформулировал принцип инерции Галилея в качестве первого закона динамики: **всякое тело упорствует в сохранении состояния покоя или неизменного по направлению движения, пока и поскольку приложенные силы не изменят это состояние.**

В этом законе Ньютона отражено важнейшее свойство тел — **инертность**: пока на тело не действуют внешние силы, оно движется все время в одном и том же направлении с неизменной скоростью.

Первый закон Ньютона

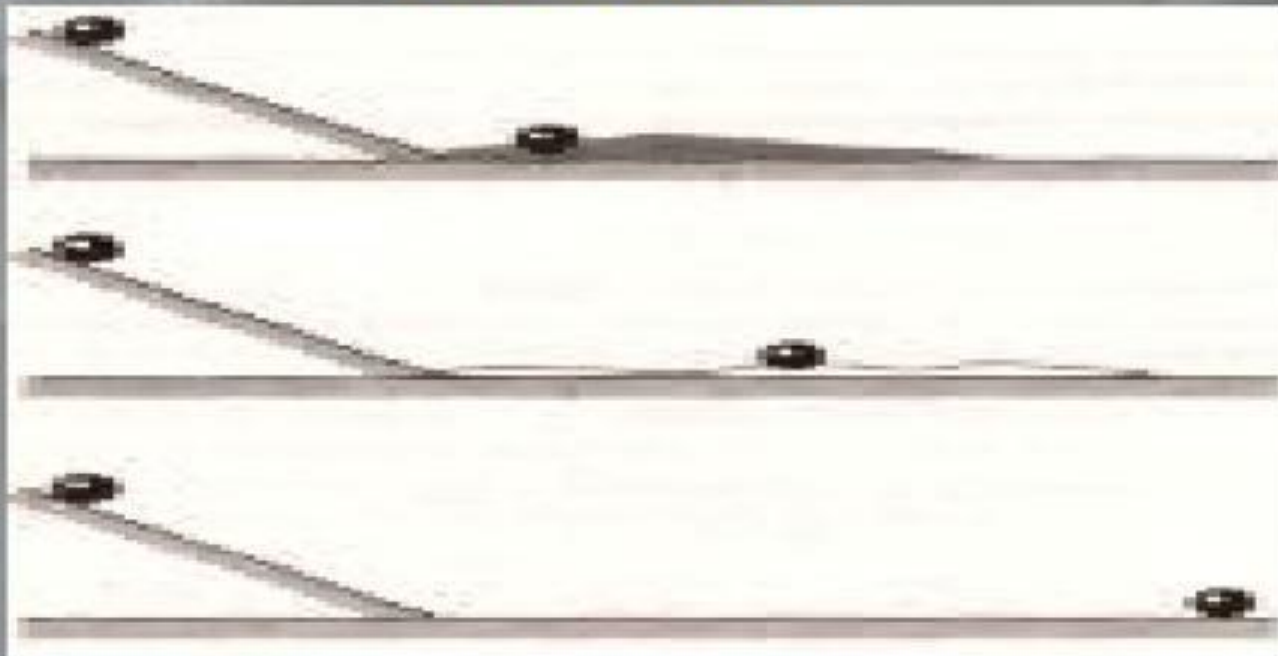
Существуют такие системы отсчета, относительно которых поступательно движущееся тело сохраняет свою скорость постоянной, если на него не действуют другие тела (или действия других тел компенсируются).



С точки зрения современных представлений первый закон Ньютона формулируется следующим образом: существуют такие системы отсчета, относительно которых тела сохраняют скорость неизменной, если на них не действуют иные тела.

Но не во всех системах отсчета выполняется закон инерции.

Демонстрация I закона Ньютона



Системы отсчета, в которых выполняется закон инерции называются – **инерционными**, а тех, в которых не выполняется – **неинерционными**.

Инерциальная система характеризует равномерное прямолинейное движение и состояние покоя. Например гелиоцентрическая система отсчета.

Для практических целей при движении макротел в качестве системы отсчета используется система, связанная с Землей.

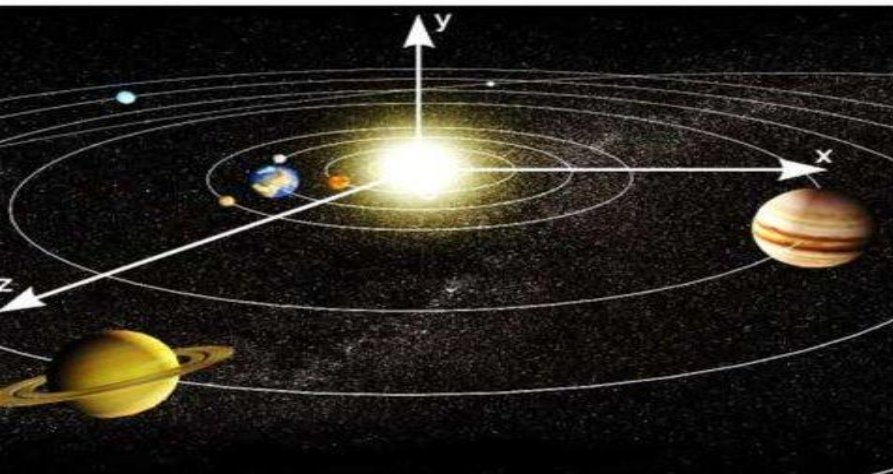
Инерциальные системы отсчета

Гелиоцентрическая (звездная) система отсчета:

- начало координат – в центре Солнца,
- оси проведены в направлении определенных звезд

**Установлено
опытным
путем**

Инерциальных систем существует ∞ множество



Все ИСО образуют класс систем, **движущихся друг относительно друга равномерно и прямолинейно**

Неинерциальная система отсчёта (НСО) — система отсчета, движущаяся с ускорением или поворачивающаяся относительно инерциальной. НСО связана с ускоренным движением по разной траектории по отношению к инерциальным системам отсчёта.

Инерциальные и неинерциальные системы отсчета.

- ! Те системы отсчета, в которых закон инерции выполняется, называются **инерциальными**, а не выполняется- **неинерциальными**.
- ! **Инерциальными системами отсчета** можно считать, связанные с любым телом, которое покоится или движется равномерно и прямолинейно относительно земли.
- ! **Неинерциальными системами отсчета** являются, движущиеся относительно инерциальных с ускорением.

2. Второй закон И. Ньютона (закон ускорения)

Второй закон Ньютона: изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по тому направлению, по которому эта сила действует.

Современная формулировка закона: в инерциальной системе отсчёта ускорение, которое получает материальная точка, прямо пропорционально приложенной силе и обратно пропорционально массе.

$a = F / m$, или в более известном виде $F = m \cdot a$ где:

a – ускорение (векторная величина);

F – сила приложенная к материальной точке (векторная величина);

m – масса материальной точки (модульная величина).

Второй закон Ньютона

- Описывает взаимосвязь между приложенной к материальной точке силой и её ускорением. **В инерциальной системе отсчета ускорение, которое получает материальная точка, прямо пропорционально приложенной силе и обратно пропорционально массе.** Этот закон, по сути, вводит понятие *силы* – как меры взаимодействия тел.

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

Ньютон в этом законе рассматривает произведение массы на ускорение как особую механическую величину — **количество движения (импульс)** и эффект действия силы оценивает именно по изменению этой величины.

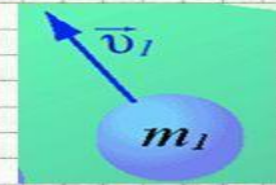
Импульс (количество движения) — векторная физическая величина, характеризующая меру механического движения тела. В классической механике **импульс тела (p)** равен произведению массы m этой точки на её скорость v , направление импульса совпадает с направлением вектора скорости: $p = m \cdot v$

Единицей измерения импульса в системе СИ является $1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

Импульс материальной точки

- **Импульсом тела** (или **количеством движения**) называют векторную величину, равную произведению массы тела на его скорость:
- Импульс тела **направлен в ту же сторону, что и скорость тела.**
- Единицей измерения импульса в СИ является $1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

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



Таким образом в случае, когда масса материальной точки меняется со временем, второй закон Ньютона формулируется с использованием **понятия импульс**: в инерциальной системе отсчета скорость изменения импульса материальной точки равна равнодействующей всех приложенных к ней сил.

$$dp / dt = F, \text{ где:}$$

v – скорость точки (векторная величина);

t – время;

dp / dt – производная импульса по времени.

Импульс тела

Раньше импульс тела называли количеством движения. Импульс – векторная физическая величина, т. к. $m > 0$, то импульс имеет одинаковое направление со скоростью.

Никакой специальной единицы измерения для импульса не существует. Единицей измерения импульса является:

$$[p] = (\text{м} \cdot \text{кг}) / \text{с}$$



$$[\vec{p}] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

Второй закон Ньютона действителен только для скоростей, много меньших скорости света (**скорость света равна 300 000 км/с**) и в инерциальных системах отсчёта. Для скоростей, приближенных к скорости света, используются не законы механики, а теории относительности.



3. Третий закон И. Ньютона

Третий закон Ньютона: действию всегда есть равное и противоположное противодействие, иначе взаимодействия тел друг на друга между собой равны и направлены в противоположные стороны.



Третий закон Ньютона.

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

Силы, с которыми два тела действуют друг на друга, равны по модулю и противоположны по направлению.

Более простое звучание третьего закона Ньютона:
взаимодействия двух тел друг на друга равны между собой и направлены в противоположные стороны (1).

$$F_1 = - F_2 \quad (1)$$

где:

F_1 – сила действия первого тела на второе;

F_2 – сила действия второго тела на первое;

Знак «минус» указывает на то, что векторы сил направлены в противоположные стороны.

Исходя из второго закона Ньютона, уравнение можно записать:

$$m_1 a_1 = - m_2 a_2 \quad (2)$$

Из уравнения (2) следует:

$$a_1 / a_2 = m_2 / m_1 \quad (3)$$

Третий закон Ньютона

Опыт показывает, что силы, с которыми два тела действуют друг на друга, равны по модулю и противоположны по значению.

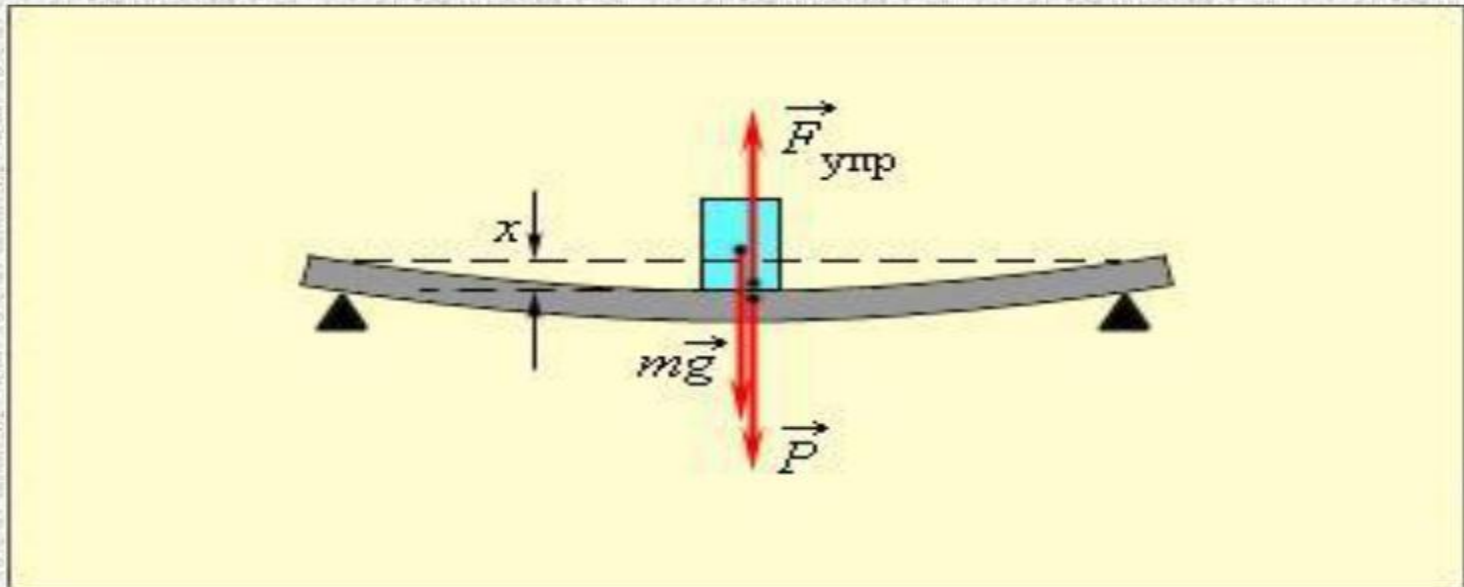
$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Эта формула выражает третий закон Ньютона.



Третий закон Ньютона обосновывает термин «взаимодействие»: если одно тело действует на другое, то и второе тело также действует на первое.

Необходимо помнить, что силы, появляющиеся при взаимодействии тел, приложены к разным телам, поэтому не могут уравнивать друг друга. Уравниваются только силы, приложенные к одному и тому же телу.



третий закон Ньютона:
"Если опора действует на тело,
то и тело должно действовать
на опору с такой же по значению силой".

Вопросы контроля и семинара:

- 1. Значение законов И. Ньютона для развития физики.**
- 2. Принцип инерции Г. Галилея.**
- 3. Первый закон Ньютона (закон инерции).**
- 4. Характеристика инерциальной системы отсчета.**
- 5. Характеристика неинерциальной системы отсчета.**
- 6. Второй закон Ньютона (закон ускорения).**
- 7. Механическая величина – количество движения (импульс).**
- 8. Третий закон Ньютона.**

Темы творческих заданий, докладов, курсовых работ:

- 1. Значение законов И. Ньютона для развития физики.**
- 2. Принцип инерции Г. Галилея.**
- 3. Первый закон Ньютона (закон инерции).**
- 4. Характеристика инерциальной системы отсчета.**
- 5. Характеристика неинерциальной системы отсчета.**
- 6. Второй закон Ньютона (закон ускорения).**
- 7. Механическая величина – количество движения (импульс).**
- 8. Третий закон Ньютона.**

Литература

1. Габриелян О.С., Остроумов И.Г. и др. Естествознание. 10 класс. Базовый уровень. 2013.
2. Физика 7 кл.: учебник для общеобразовательных учреждений /А.В. Перышкин. – 2-е издание стереотипное. – М.: Дрофа, 2013. – 221 с.

