

# Введение в космодинамику

## теория движения космических объектов

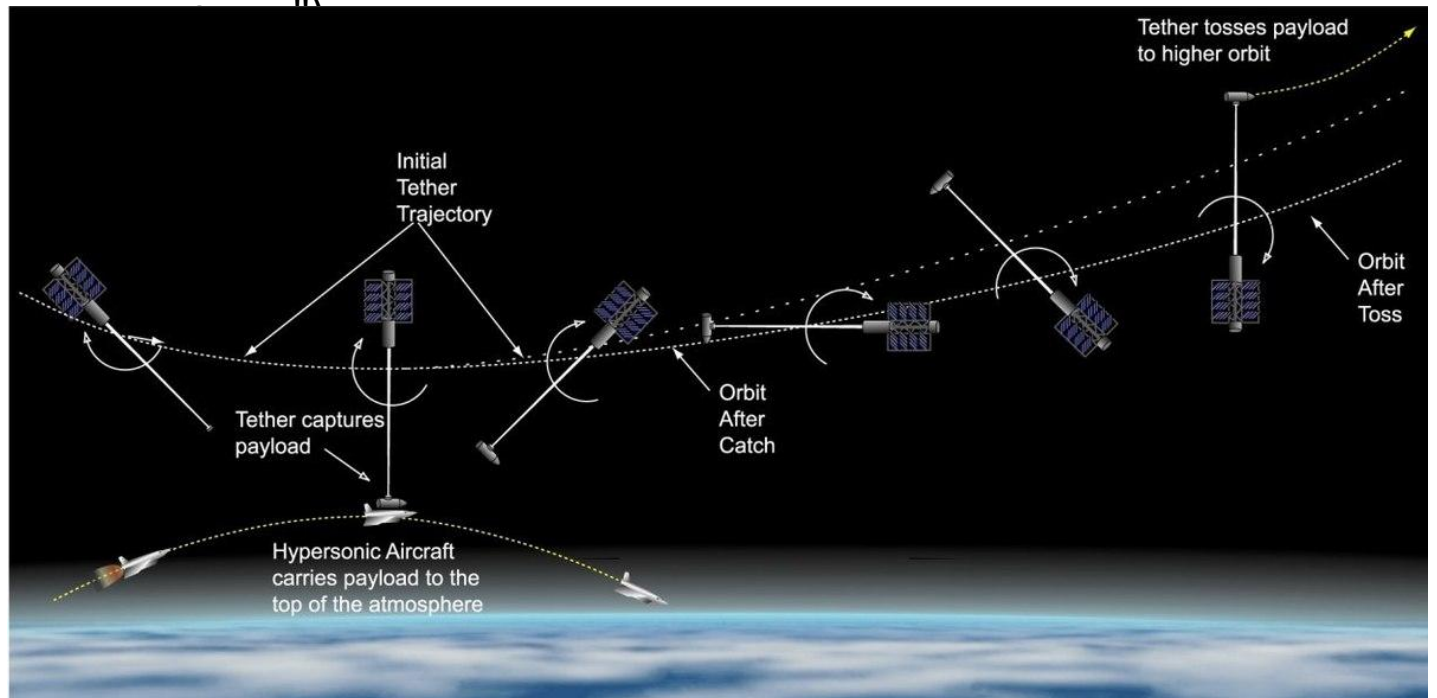
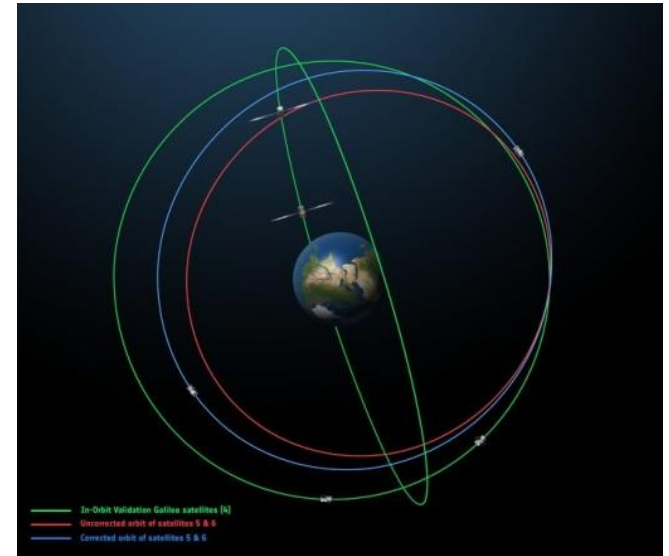
- прикладная небесная механика (занимается отбором орбит);
- небесная баллистика;
- космодинамика (орбитальное маневрирование);
- механика космического полета;
- теория движения искусственных космических тел.

# Введение в космодинамику

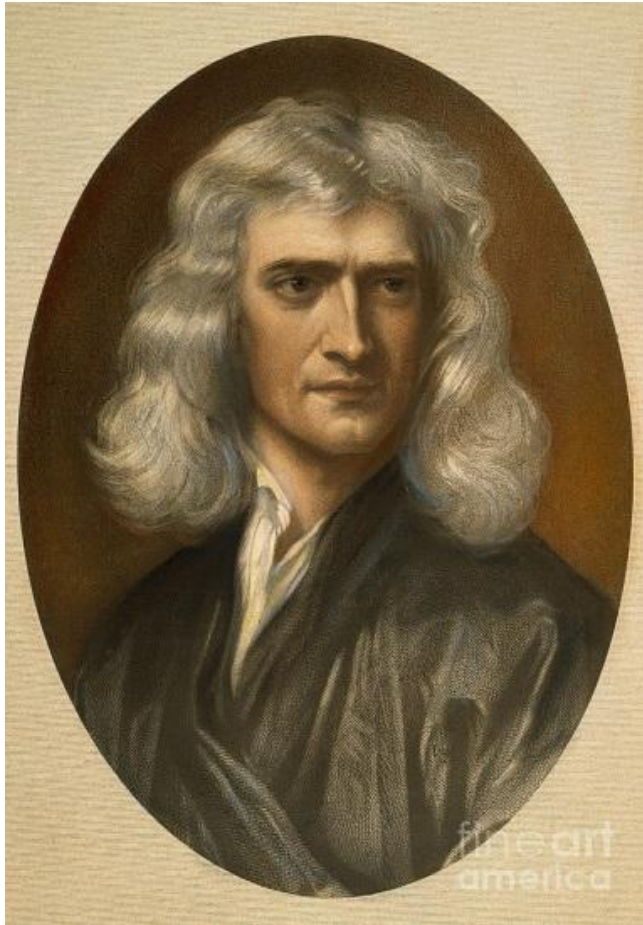
Космодинамика делится на:

1 - теорию движения центра масс космического аппарата (теорию космических траекторий /КА как материальная точка/) и

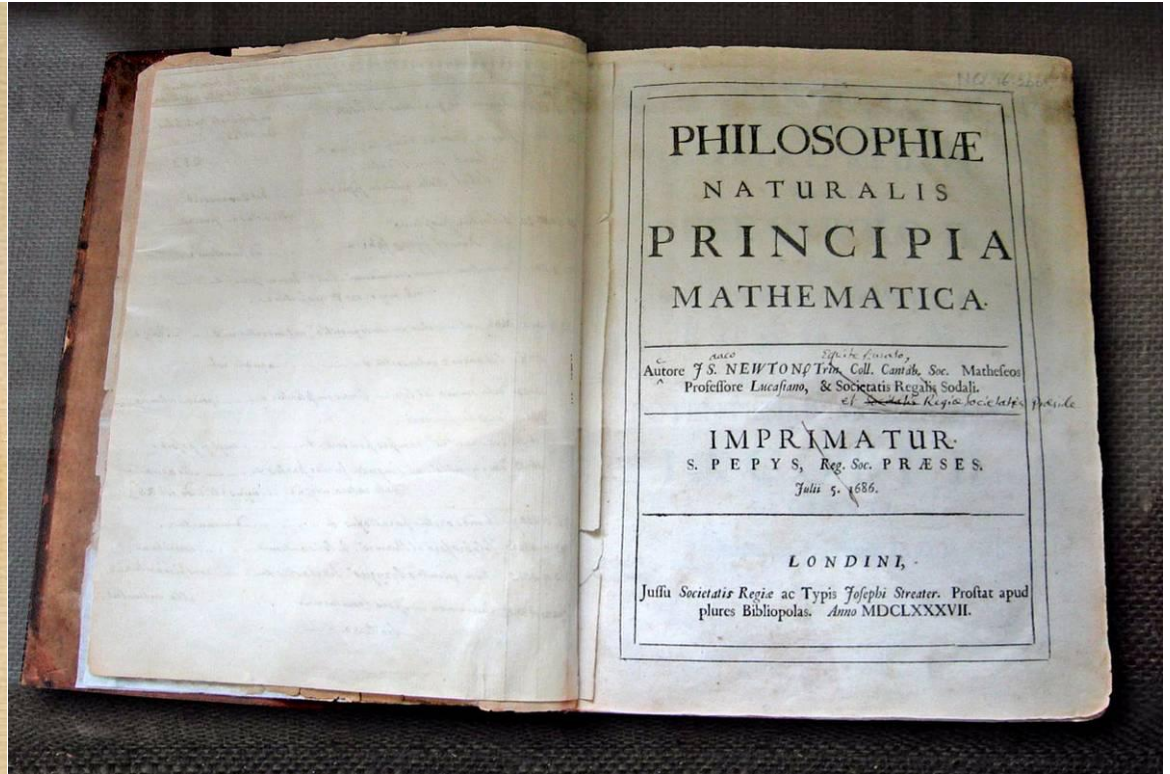
2 - теорию движения КА относительно центра масс (теорию "вращательного



# Законы Ньютона



Исаак Ньютон  
1642-1727



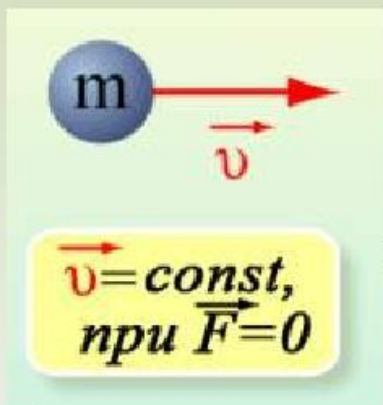
1687 г.

«Математические начала натуральной философии»

# Законы Ньютона

## I закон Ньютона

- Существуют системы отсчёта, называемые инерциальными, относительно которых тело движется прямолинейно и равномерно, если на него не действуют другие тела или действие этих тел скомпенсировано



*Если толкнуть шар по гладкой поверхности, то*

*бы двигаться равномерно и прямолинейно*

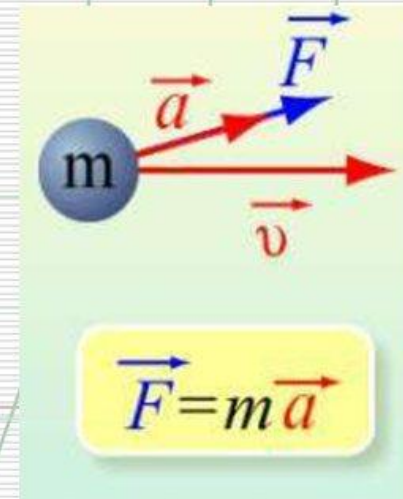
*долго при отсутствии силы трения.*



# Законы Ньютона

## Второй закон Ньютона

Ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей сил, приложенных к телу, и обратно пропорционально его массе



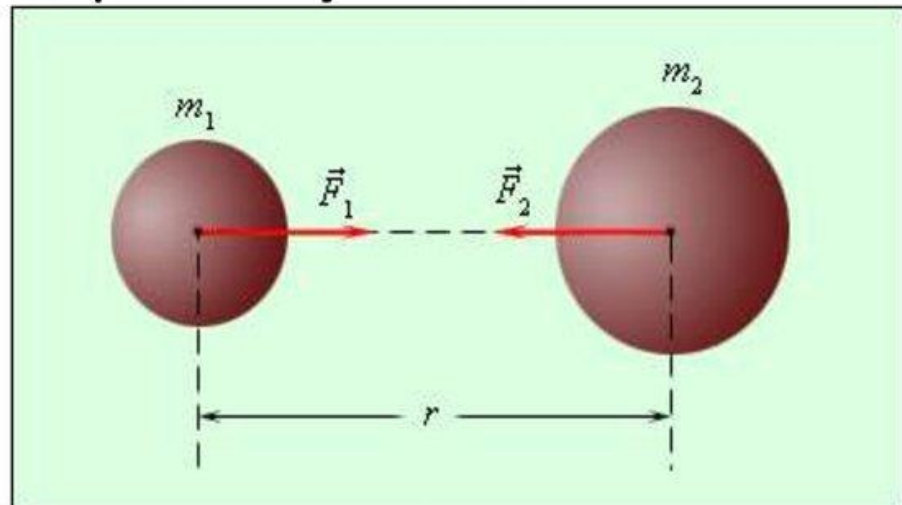
# Законы Ньютона

## 3 закон Ньютона

- **Силы, с которыми действуют друг на друга взаимодействующие тела, равны по величине и противоположны по направлению.**

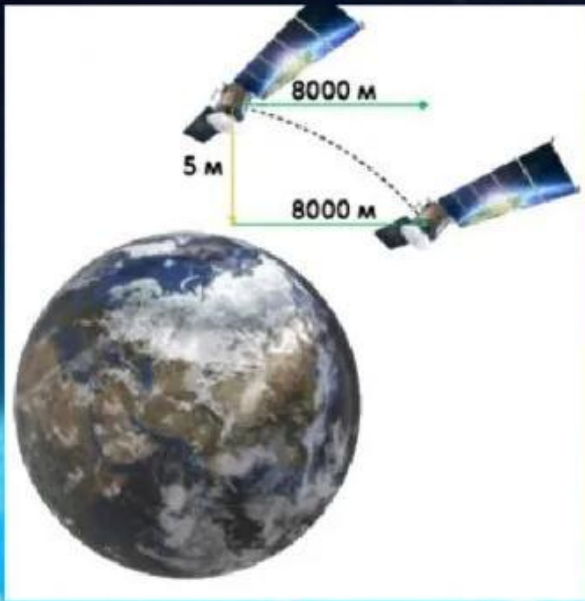
$$\vec{F}_A = -\vec{F}_B$$

- Силы возникают попарно и **приложены к разным телам.**



# Законы Ньютона

Почему же тогда свободно падающий спутник не падает на Землю?



Примем для простоты расчётов, что ускорение свободного падения равно  $10 \text{ м/с}^2$ , а скорость спутника —  $8 \text{ км/с}$ . Тогда за одну секунду свободного падения спутник пройдёт по направлению к Земле 5 метров и одновременно с этим переместится перпендикулярно этому направлению на 8 километров.

В результате этих двух движений спутник и движется по своей орбите. Так, например, наша Луна уже более 4,5 миллиардов лет вращается вокруг Земли.

# Законы Ньютона

## Единицы силы и массы.

Единица массы - 1 кг.

Единица силы - 1 Н - производная единица, равная силе, которая массе 1 кг сообщает ускорение 1 м/с<sup>2</sup>, т.е. по II з-ну Ньютона  $1\text{Н} = 1\text{ кг} * 1\text{ м/с}^2$

Специальные единицы ракетной техники - тяга, удельный импульс измеряются в 1 кгс - что соответствует весу 1 кг

2

$$1\text{ кгс} = 1\text{ кг} * 9,81\text{ м/с}^2 \Rightarrow$$

$$1\text{ кгс} = 9,81\text{ Н} (9,80665\text{ Н})$$



# Законы Ньютона

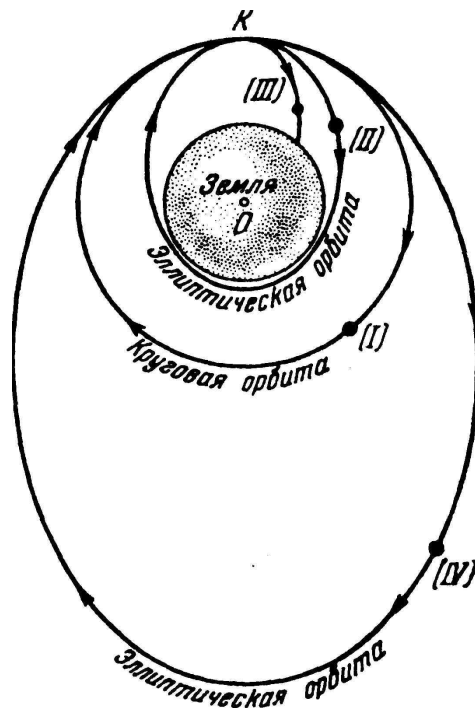
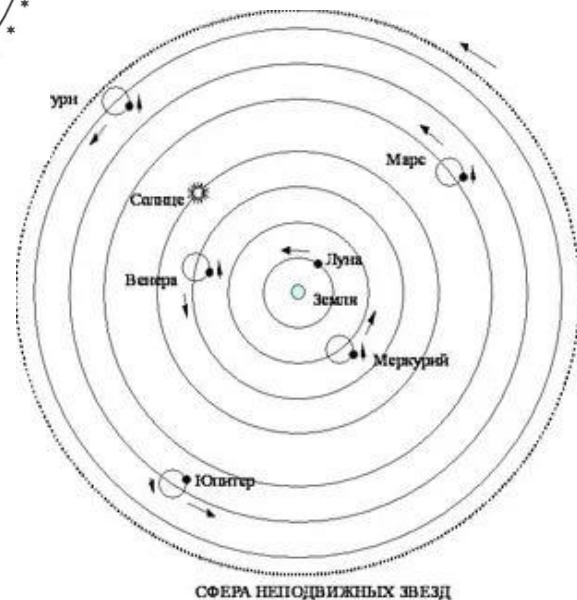
## Системы отсчета.

Движение КА может описываться в разных системах координат.

Движение планет - в гелиоцентрической системе (Коперника).

Движение Луны - в геоцентрической системе (Птолемея).

Движение КА - в системе связанной с вращающейся Землей или в системе связанной с КА.

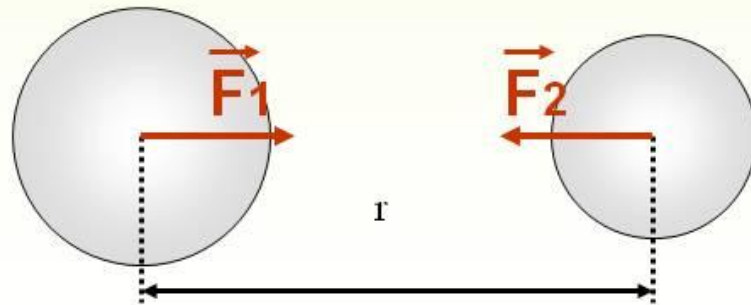


# Законы Ньютона

## Закон всемирного тяготения

Исаак Ньютон

Все тела во Вселенной притягиваются друг к другу с силами прямо пропорциональными произведению их масс и обратно пропорциональными квадрату расстояния между их центрами.



$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



# Законы Ньютона

