

Законы движения небесных тел

Первый закон Кеплера



Схема эллиптической орбиты движения планет

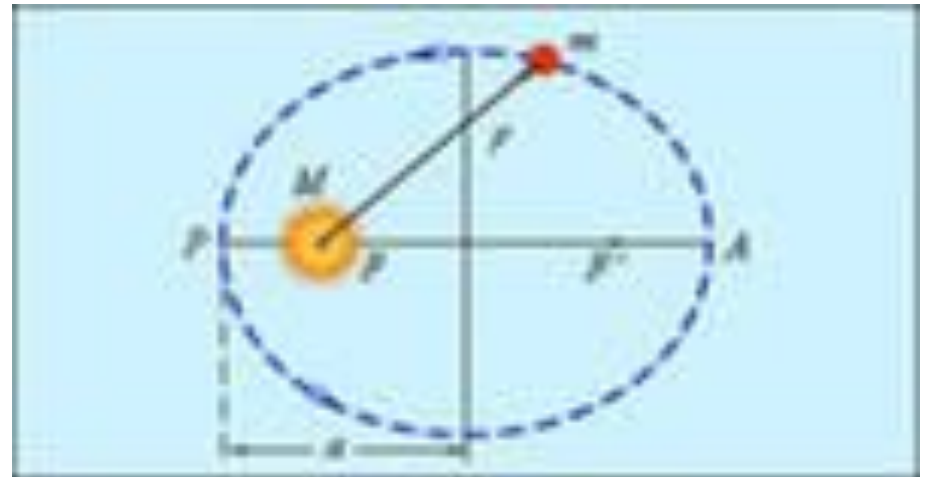
P – перигелий – ближайшая к Солнцу точка;

A – афелий – наиболее удаленная точка;

a – среднее расстояние от планеты до Солнца;

M – масса планеты; M – масса Солнца;

F, F – фокусы орбиты; r – радиус-вектор планеты

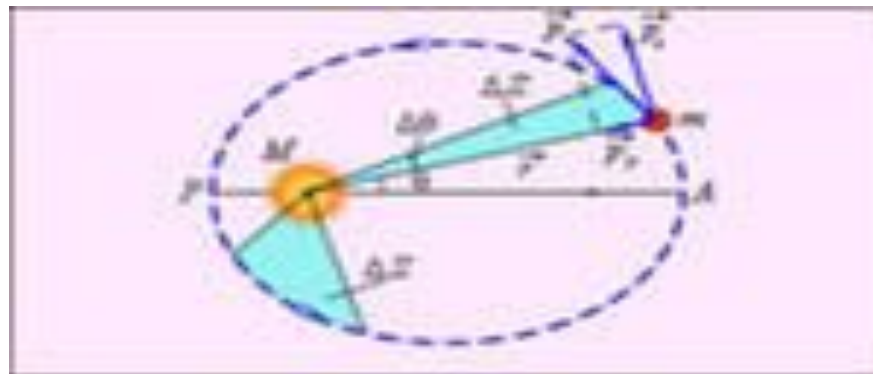


Форму эллипса, степень его отличия от окружности определяет соотношение c/a , где c – расстояние от центра эллипса до фокуса, a – большая полуось эллипса.

Орбиты Земли и Венеры почти круговые, для Земли $c/a = 0,0167$, для Венеры – $0,0068$. Наиболее вытянута орбита Меркурия, для которого $c/a = 0,2056$

Второй закон Кеплера

Радиус-вектор планеты описывает в равные промежутки времени равные площади (за одинаковый промежуток времени планета проходит по орбите разное расстояние). Радиус-вектор – это отрезок, соединяющий центр Солнца и центр планеты в любой точке ее движения по орбите.



Третий закон Кеплера

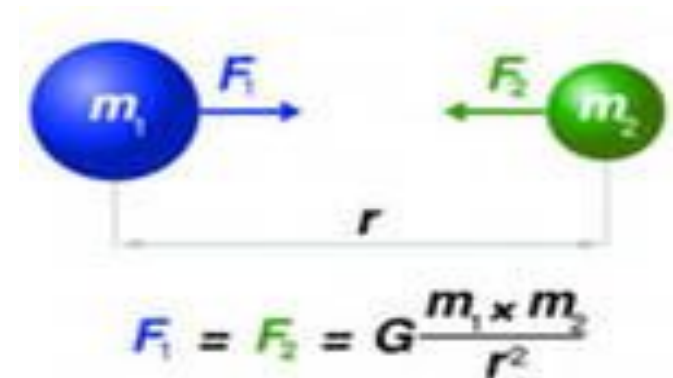
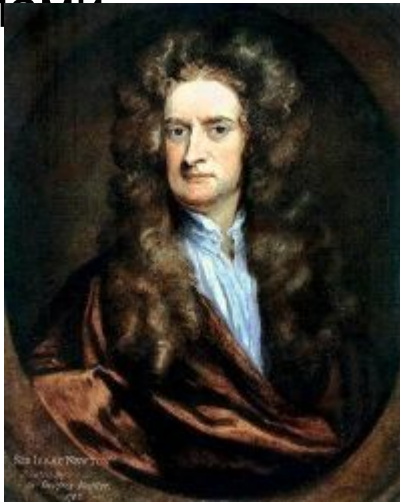
Квадраты периодов обращения двух планет вокруг Солнца относятся друг к другу, как кубы больших полуосей их орбит. Пользуясь законом можно вычислить относительные расстояния планет от Солнца, используя для этого известные периоды их обращения. Расстояние от земли до Солнца – астрономическая единица. T – периоды обращения планет, a – среднее расстояние от планет

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

Закон всемирного тяготения

Сила тяготения между двумя телами прямо пропорциональна произведению масс этих тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними (Исаак Ньютон – 1689г)

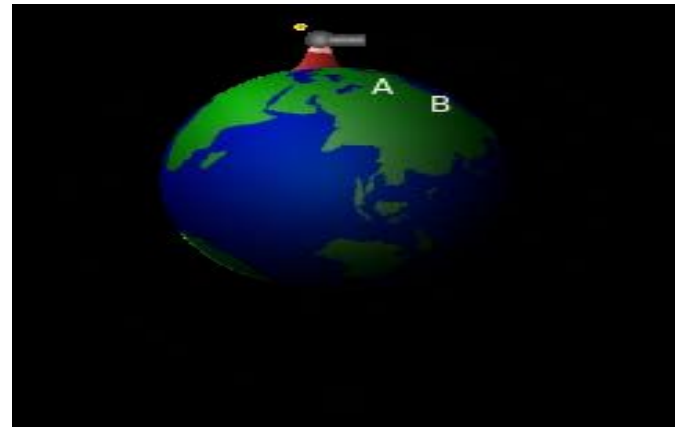
F – сила тяготения; G – гравитационная постоянная - $6,67 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг² ; m_1 , m_2 –массы тел, r – расстояние между двумя телами



Частное проявление силы тяготения — сила тяжести

Космические скорости

Скорость u_1 , которую нужно придать телу, чтобы вывести его на круговую орбиту, называется первой космической скоростью. Иными словами, это минимальная скорость, при которой тело, движущееся горизонтально над поверхностью планеты, не падает на нее, а движется по круговой орбите. $u_1 = 7,9 \cdot 10^3$ м/с или 7,9 км/с. Первую космическую скорость называют круговой, поскольку орбита движения тела, обладающего такой скоростью, вокруг планеты представляет собой окружность..



Параболическая скорость

Вторая космическая скорость (параболическая скорость) позволяет космическому кораблю преодолеть земное тяготение, уйти на орбиту движения вокруг Солнца, в его гравитационном поле, то есть превратиться в миниатюрную планету Солнечной системы. Орбита сначала становится эллиптической, затем параболической. $u_2 = 11,2 \text{ км/с}$.

Третья космическая скорость

Третья космическая скорость — это минимальная скорость, которую необходимо сообщить космическому аппарату на поверхности Земли, чтобы он преодолел гравитационное притяжение Земли и Солнца и покинул пределы Солнечной системы. Очевидно, что эта скорость должна превышать и первую, и вторую космические скорости.

При старте с Земли космический аппарат может достичь третьей космической скорости уже при скорости 16,6 км/с, используя наилучшим образом осевое вращение и орбитальное движение планеты.

Наиболее выгодный старт для достижения третьей космической скорости осуществляется вблизи экватора, где движение космического корабля сонаправлено осевому вращению Земли и орбитальному движению Земли вокруг Солнца.

Четвертая космическая скорость

Четвёртая космическая скорость — это минимально необходимая скорость тела, позволяющая преодолеть притяжение Галактики и покинуть ее пределы.

Четвёртая космическая скорость не постоянна для всех точек галактики, а зависит от координаты. По оценкам астрономов, в районе нашего Солнца четвёртая космическая скорость составляет около 550 км/с.