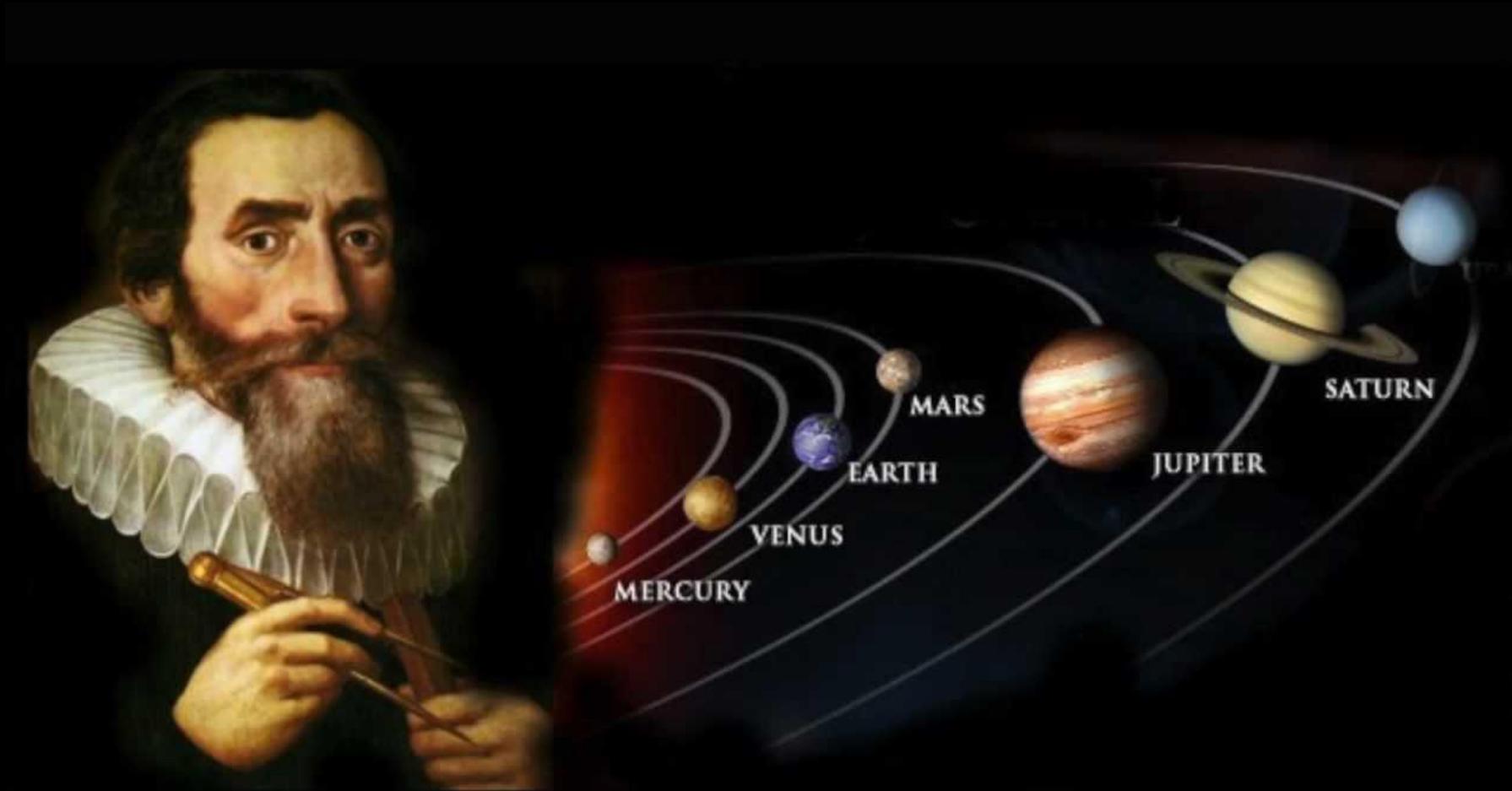


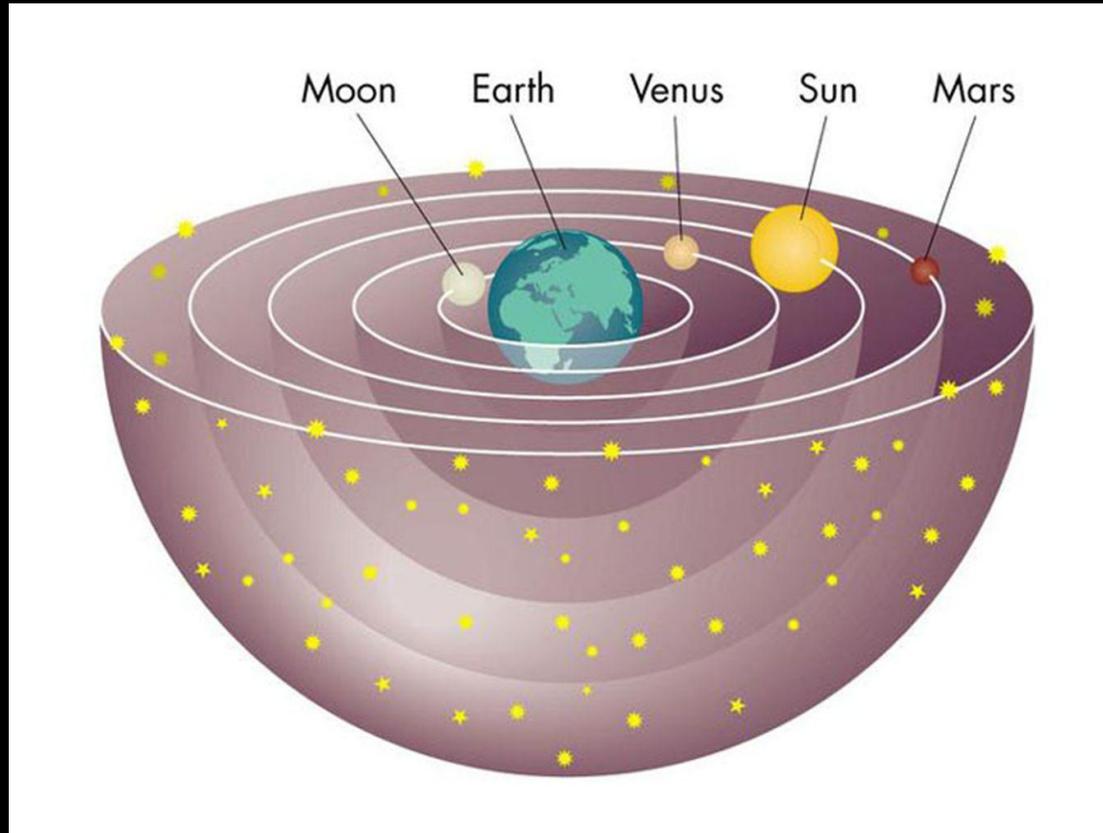
Законы Кеплера

Презентацию подготовила ученица 11 «А» класса Тенгелиди Мария

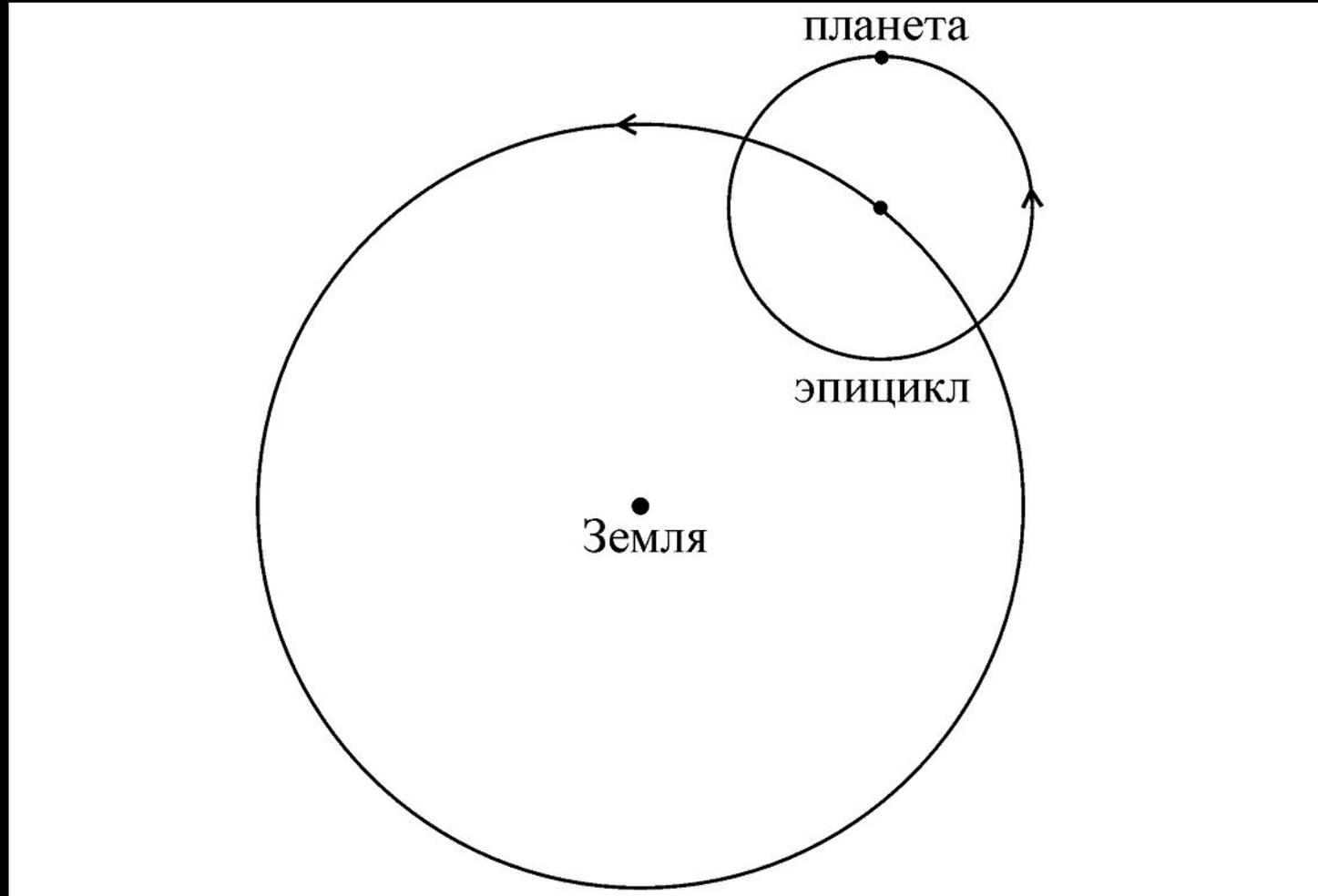
Законь движения Кеплера



- Астрономия конца XVI века отмечает столкновение двух моделей нашей Солнечной системы: геоцентрическая система Птолемея – где центром вращения всех объектов является Земля, и гелиоцентрическая система Коперника – где Солнце является центральным телом. И хотя Коперник был ближе к истинной природе Солнечной системы, его работа имела недостатки. Основным из этих недостатков являлось утверждение, что планеты вращаются вокруг Солнца по круговым орбитам. С учетом этого, модель Коперника практически настолько же не согласовывалась с наблюдениями, как и система Птолемея. Польский астроном стремился исправить данное расхождение при помощи дополнительного движения планеты по кругу, центр которого уже двигался вокруг Солнца — эпицикл. Однако, расхождения в большей своей части не были устранены

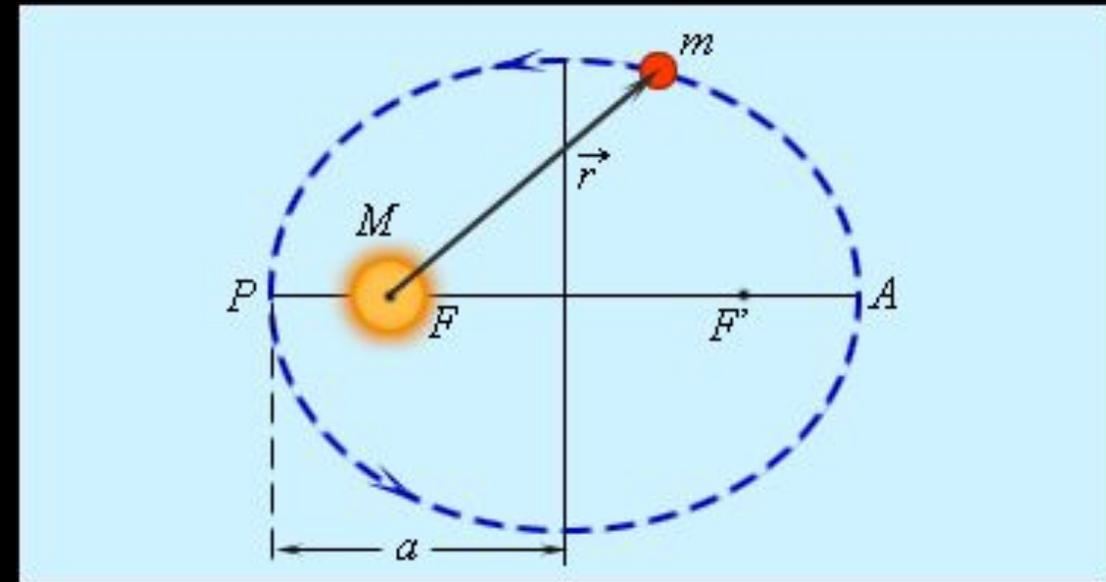


- В начале XVII века немецкий астроном Иоганн Кеплер, изучая систему Николая Коперника, а также анализируя результаты астрономических наблюдений датчанина Тихо Браге, вывел основные законы относительно движения планет. Они были названы как Три закона Кеплера.



Первый закон Кеплера (1609 г.)
Все планеты движутся по эллиптическим орбитам, в одном из фокусов которых находится Солнце.

- На рис. показана эллиптическая орбита планеты, масса которой много меньше массы Солнца. Солнце находится в одном из фокусов эллипса. Ближайшая к Солнцу точка P траектории называется **перигелием**, точка A , наиболее удаленная от Солнца – **афелием**. Расстояние между афелием и перигелием – большая ось эллипса.
- Почти все планеты Солнечной системы (кроме Плутона) движутся по орбитам, близким к круговым.



Второй закон Кеплера (1609 г.):

Радиус-вектор планеты описывает в равные промежутки времени равные площади.

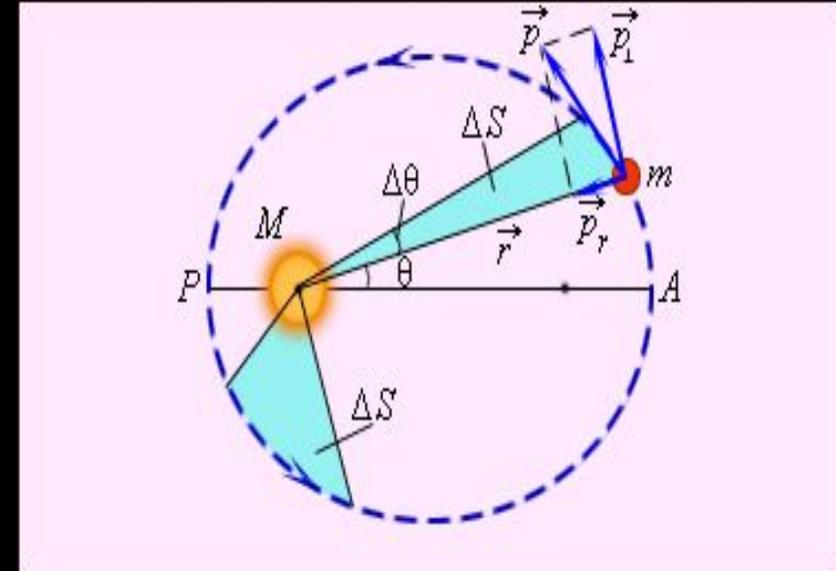
Второй закон Кеплера эквивалентен закону сохранения момента импульса. На рис. изображен вектор импульса тела и его составляющие и Площадь, заметенная радиус-вектором за малое время Δt , приближенно равна площади треугольника с основанием $r\Delta\theta$ и высотой r :

$$\Delta S = \frac{1}{2}r^2\Delta\theta \text{ или } \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{1}{2}r^2\frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{1}{2}r^2\omega; (\Delta t \rightarrow 0). \quad L = rp_{\perp} = r(mv_{\perp}) = mr^2\omega, \quad \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{L}{2m}, (\Delta t \rightarrow 0).$$

Поэтому, если по второму закону Кеплера то и момент импульса L при движении остается неизменным.

В частности, поскольку скорости планеты в перигелии и афелии направлены перпендикулярно радиус-векторами из закона сохранения момента импульса следует:

$$rPvP = rAvA.$$



Третий закон Кеплера (1619 г.):

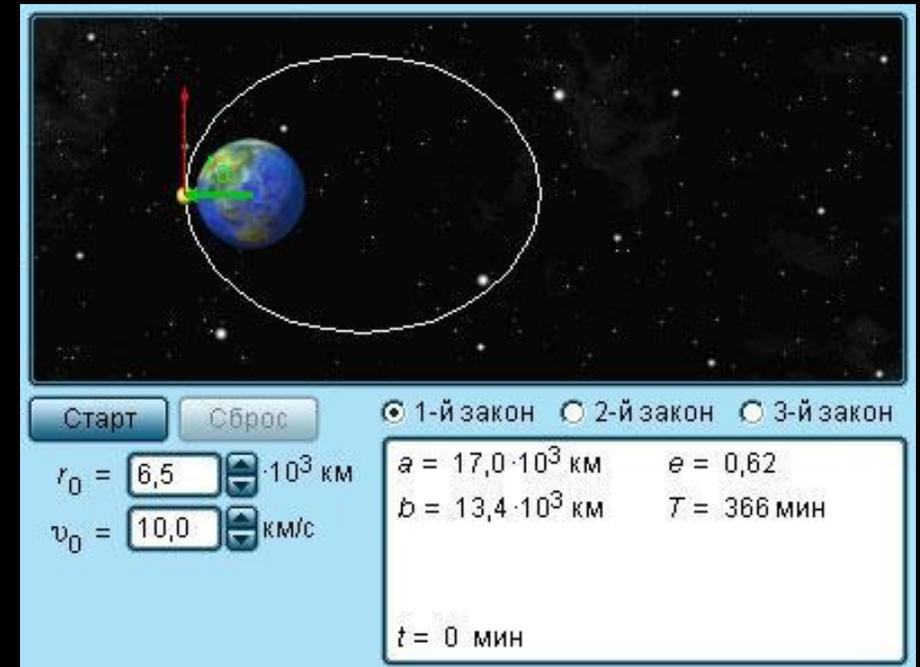
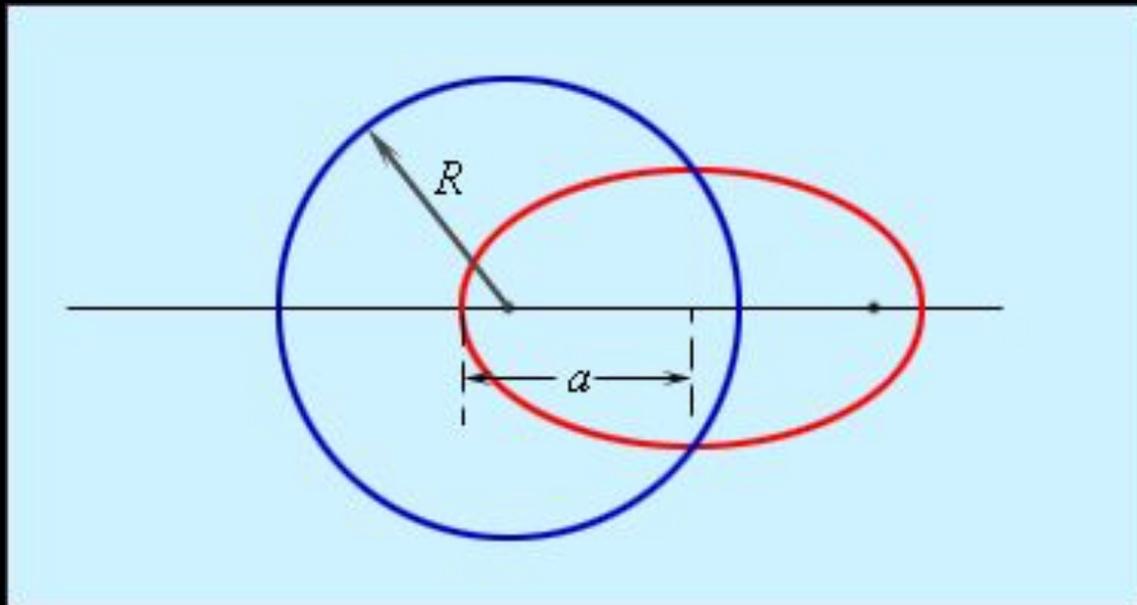
Квадраты периодов обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит:

ИЛИ

$$\frac{T^2}{a^3} = \text{const} \quad \frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3}$$

Третий закон Кеплера выполняется для всех планет Солнечной системы с точностью выше 1 %.

На рис. 1.24.4 изображены две орбиты, одна из которых – круговая с радиусом R , а другая – эллиптическая с большой полуосью a . Третий закон утверждает, что если $R = a$, то периоды обращения тел по этим орбитам одинаковы.



Несмотря на то, что законы Кеплера явились важнейшим этапом в понимании движения планет, они все же оставались только эмпирическими правилами, полученными из астрономических наблюдений. Законы Кеплера нуждались в теоретическом обосновании. Решающий шаг в этом направлении был сделан Исааком Ньютоном, открывшим в 1682 году **закон всемирного тяготения**:

$$F = G \frac{Mm}{r^2},$$

где M и m – массы Солнца и планеты, r – расстояние между ними, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$ – гравитационная постоянная. Ньютон первый высказал мысль о том, что гравитационные силы определяют не только движение планет Солнечной системы; они действуют между любыми телами Вселенной. В частности, уже говорилось, что сила тяжести, действующая на тела вблизи поверхности Земли, имеет гравитационную природу.

Для круговых орбит первый и второй закон Кеплера выполняются автоматически, а третий закон утверждает, что $T^2 \sim R^3$, где T – период обращения, R – радиус орбиты. Отсюда можно получить зависимость гравитационной силы от расстояния. При движении планеты по круговой траектории на нее действует сила, которая возникает за счет гравитационного взаимодействия планеты и Солнца:

$$F \sim \omega^2 R = \frac{(2\pi)^2 R}{T^2}.$$

Если $T^2 \sim R^3$, то

Свойство консервативности гравитационных сил позволяет ввести понятие потенциальной энергии. Для сил всемирного тяготения удобно потенциальную энергию отсчитывать от бесконечно удаленной точки.

Спасибо за внимание!