

«Точки Лагранжа»

Выполнили:
Арютина Светлана
Жаркова Дарья

Что такое «Точки Лагранжа»?

Точки Лагранжа — это области в системе двух космических тел с большой массой, в которых третье тело с небольшой массой, может быть неподвижным на протяжении долгого периода времени относительно этих тел.



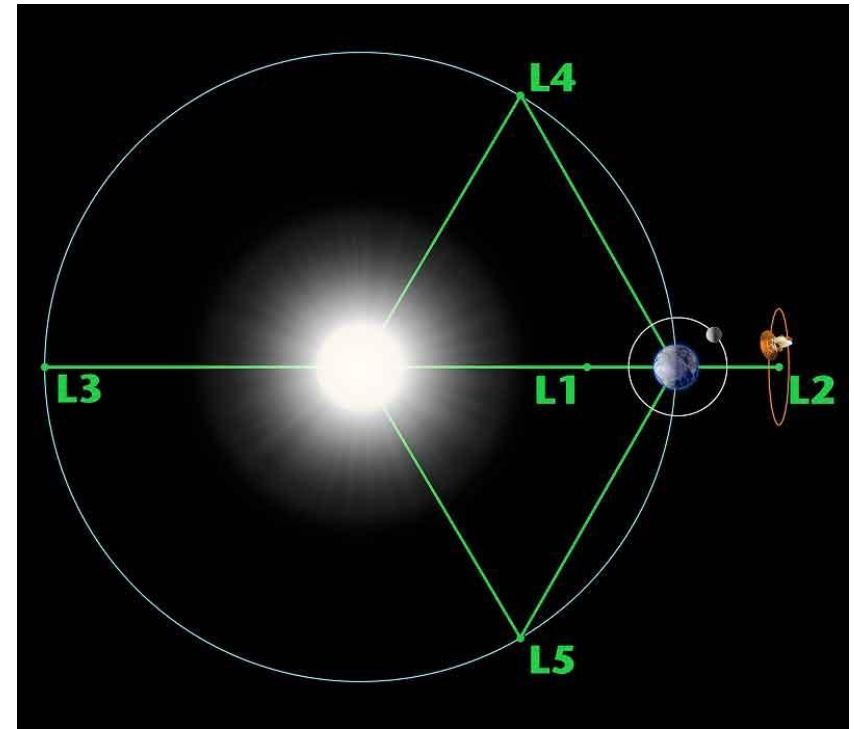
- Когда Жозеф Луи Лагранж работал над задачей двух массивных тел (ограниченной задачей трёх тел), он обнаружил, что в такой системе существует 5 точек, обладающих следующим свойством: если в них расположены тела пренебрежимо малой массы (относительно массивных тел), то эти тела будут неподвижны относительно тех двух массивных тел.

□ **Важный момент:** массивные тела должны вращаться вокруг общего центра масс, если же они каким-то образом будут просто покоиться, то вся эта теория тут неприменима



РАСПОЛОЖЕНИЕ ТОЧЕК

- Все точки Лагранжа лежат в плоскости орбит массивных тел и обозначаются заглавной латинской буквой L с числовым индексом от 1 до 5. Первые три точки расположены на линии, проходящей через оба массивных тела. Эти точки Лагранжа называются *коллинеарными* и обозначаются L_1 , L_2 и L_3 . Точки L_4 и L_5 называются *треугольными* или *троянскими*.



- L_1 находится между двумя телами системы, ближе к менее массивному телу, L_2 — снаружи, за менее массивным телом и L_3 — за более массивным. Расстояния от центра масс системы до этих точек в первом приближении по α рассчитываются с помощью следующих формул:

$$r_1 = \left(R \left[1 - \left(\frac{\alpha}{3} \right)^{1/3} \right], 0 \right)$$

$$r_2 = \left(R \left[1 + \left(\frac{\alpha}{3} \right)^{1/3} \right], 0 \right)$$

$$r_3 = \left(-R \left[1 + \frac{5}{12} \alpha \right], 0 \right)$$

$$\text{где } \alpha = \frac{M_2}{M_1 + M_2},$$

R — расстояние между телами,

M_1 — масса более массивного тела,

M_2 — масса второго тела.

□ Использование:

В системе Солнце—Земля точка L_1 может быть идеальным местом для размещения космической обсерватории для наблюдения Солнца, которое в этом месте никогда не перекрывается ни Землёй, ни Луной.

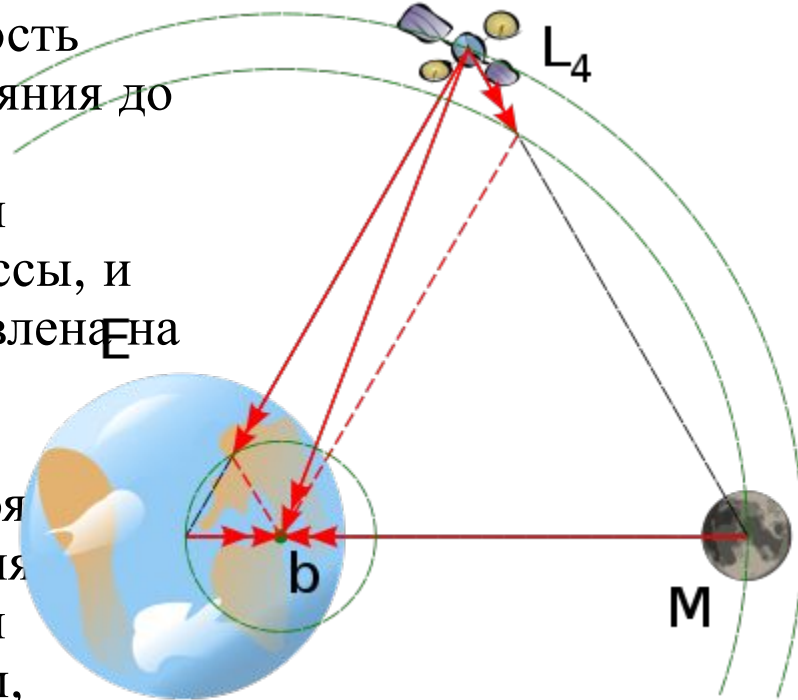


- **Точка L_2** в системе Солнце — Земля является идеальным местом для строительства орбитальных космических обсерваторий и телескопов. Поскольку объект в точке L_2 способен длительное время сохранять свою ориентацию относительно Солнца и Земли, производить его экранирование и калибровку становится гораздо проще. Однако эта точка расположена немного дальше земной тени (в области полутени), так что солнечная радиация блокируется не полностью.
- Однако на самом деле из-за гравитационного влияния других планет **точка L_3** в системе Солнце — Земля является крайне неустойчивой. Так, во время гелиоцентрических соединений Земли и Венеры по разные стороны Солнца, которые случаются каждые 20 месяцев, Венера находится всего в 0,3 а. е. от точки L_3 и таким образом оказывает очень серьёзное влияние на её расположение относительно земной орбиты.



□ Точки L_4 и L_5

- Наличие этих точек и их высокая стабильность обуславливается тем, что, поскольку расстояния до двух тел в этих точках одинаковы, то силы притяжения со стороны двух массивных тел соотносятся в той же пропорции, что их массы, и таким образом результирующая сила направлена на центр масс системы; кроме того, геометрия треугольника сил подтверждает, что результирующее ускорение связано с расстоянием до центра масс той же пропорцией, что и для массивных тел. Так как центр масс является одновременно и центром вращения системы, результирующая сила точно соответствует той, которая нужна для удержания тела в точке Лагранжа в орбитальном равновесии с остальной системой.



ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

- Исследователи в области космонавтики давно уже обратили внимание на точки Лагранжа. Например, в точке L_1 системы Земля — Солнце удобно разместить космическую солнечную обсерваторию — она никогда не будет попадать в тень Земли, а значит, наблюдения могут вестись непрерывно. Точка L_2 подходит для космического телескопа — здесь Земля почти полностью заслоняет солнечный свет, да и сама не мешает наблюдениям, поскольку обращена к L_2 неосвещенной стороной. Точка L_1 системы Земля — Луна удобна для размещения ретрансляционной станции в период освоения Луны. Она будет находиться в зоне прямой видимости для большей части обращённого к Земле полушария Луны, а для связи с ней понадобятся передатчики в десятки раз менее мощные, чем для связи с Землёй.
- В настоящее время несколько космических аппаратов, в первую очередь, астрофизических обсерваторий, размещены или планируются к размещению в различных точках Лагранжа Солнечной системы

