

Министерство общего и профессионального образования Ростовской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Ростовской области
«Ростовский-на-Дону строительный колледж»
(ГБПОУ РО «РСК»)

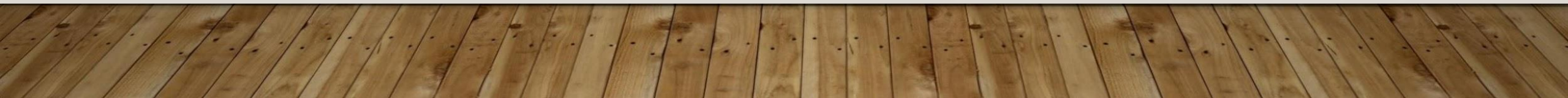
Презентация на тему: **«Законы небесной механики».**

Автор работы:
обучающийся очной формы
1 курса, специальность 08.02.01
квалификация «Старший техник»,
группа С- 11
Дегтярёв Вадим Сергеевич

Руководитель:
преподаватель колледжа,
Ф.И.О.
Масюта Светлана Васильевна



Законы небесной механики



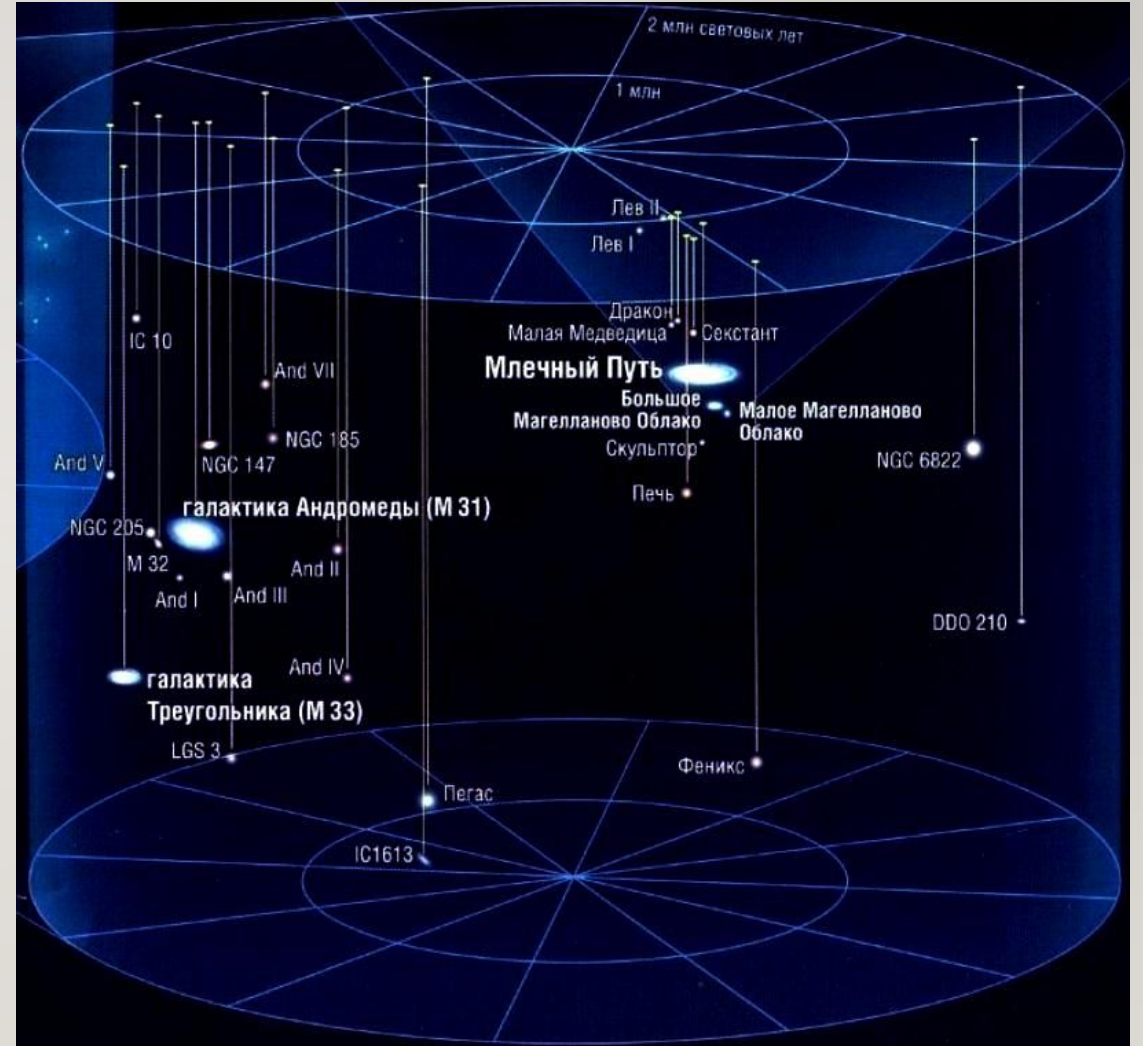
*Каждое небесное тело
пребывает в непрерывном
перемещении согласно
законам небесной механики.
Движение Солнечной системы
в галактике происходит
относительно ее центра, или
ядра, по эллиптической или
почти круглой орбите.
Помимо этого, звезда
гармонично производит
волнообразные колебания
относительно плоскости
галактического диска.*



Расположение в Млечном Пути.

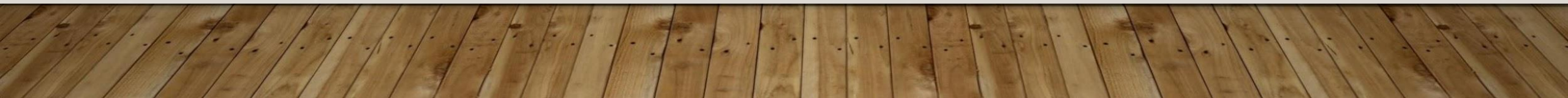


Солнце и вращающиеся вокруг него планеты – это одна из составляющих Млечного Пути. Оно расположено на внутреннем крае ответвления диска – галактического рукава Ориона. Удаленность от ядра составляет 8500 парсек, то есть 27723,3 световых лет. Оно занимает положение, примерно равноудаленное от рукавов Персея и Стрельца. Но это положение не постоянно. Связанный гравитацией с соседними галактиками (Треугольника и Андромеды), Млечный Путь устремлен к Сверхскоплению Паруса (Парусов). Эти гравитационно-связанные объекты составляют местную группу, в свою очередь являющуюся частью крупномасштабной структуры Местный Лист. Местный лист входит в Сверхскопление Девы (Суперкластер Девы), и Солнце расположено примерно на его окраине. Звезда пребывает в состоянии непрекращающегося перемещения в отношении галактического ядра, ближних, видимых небесных тел, межзвездных пыли и газа.

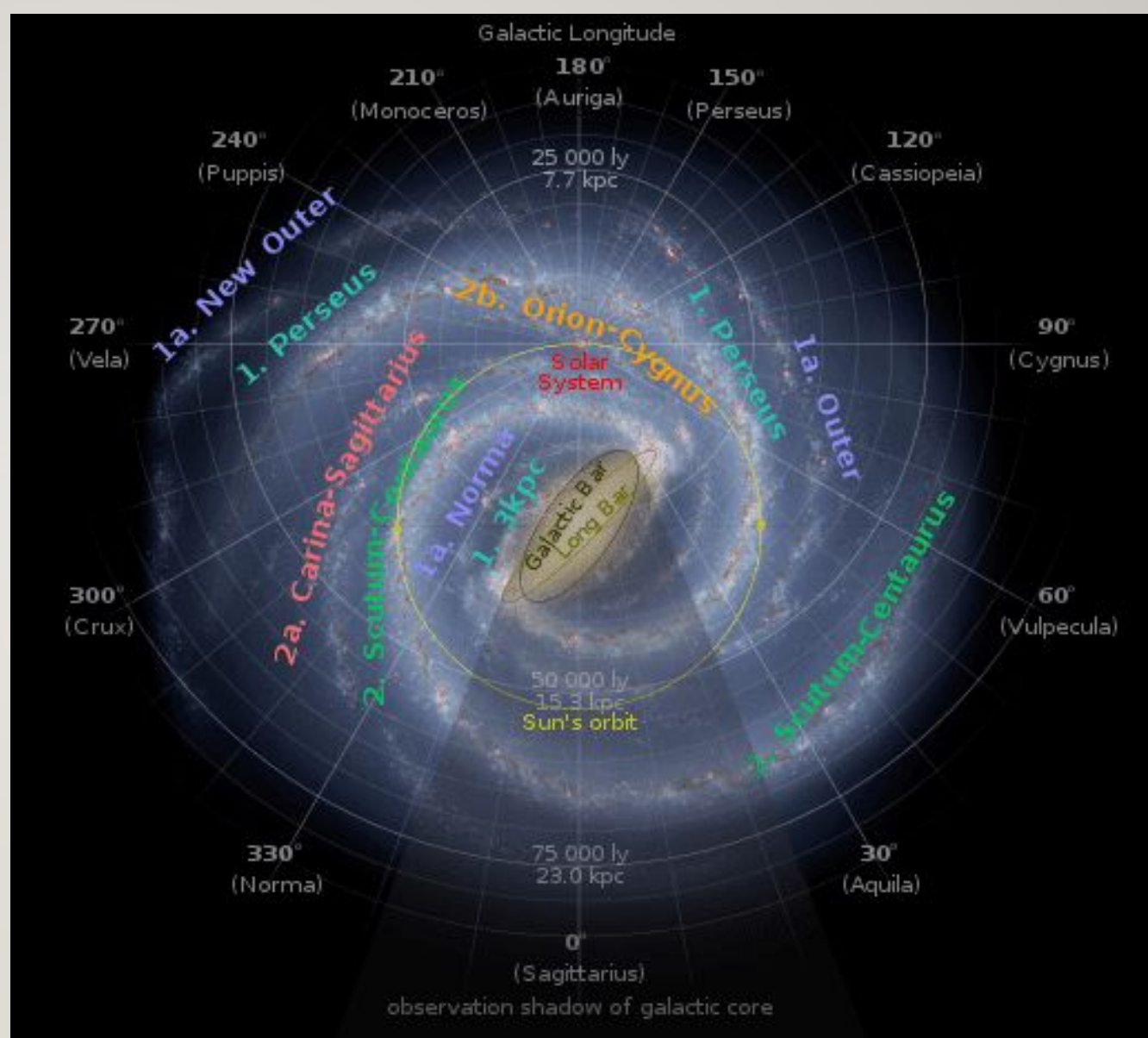




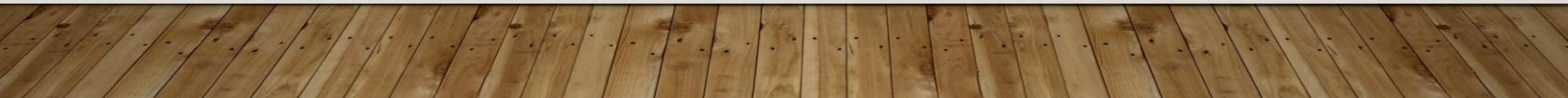
Перемещение в рамках галактики



Движение Солнечной системы в галактике было открыто англо-немецким астрономом Уильямом Гершелем. Он определил, что ход Солнца направлен к звезде Маасим, или Лямбде в Геркулесе (со скоростью, равной 20 км/с). Современные расчеты всего на десять градусов отличаются от расчетов Уильяма Гершеля. Это пекулярное, или общее движение. Также происходит движение солнечной системы в галактике, которое астрономы наименовали переносным. Солнце, вместе с ближайшими звездами, которые обращаются вокруг галактического центра, устремлено к созвездию Лебедя (со скоростью, равной 200 – 250 км/с)



Звезды, пыль и газ вращаются с разной стремительностью. Это зависит от их местоположения и удаленности от центра. Типичным для спиральных скоплений является то, что и светила, расположенные ближе к ядру, и более удаленные объекты вращаются с примерно одинаковой орбитальной скоростью. Но в Млечном Пути объекты, чьи орбиты приближены к центру вращаются медленнее, чем те, что удалены. Солнце вращается по орбите, имеющей форму почти правильной окружности. Скорость составляет 828000 километров в час по данным, опубликованным в 2009 году. Полный виток вокруг центра диска совершается примерно за 230 миллионов лет, что является галактическим годом.



ГАЛАКТИЧЕСКАЯ КОРОНА
Горячий газ, окружающий Галактику

ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ ОБЛАКО
Влетающий сгусток
сравнительно свежего газа

ДИСК ГАЛАКТИКИ
Сплюснутая система
звезд, газа
и пыли

ПУЗЫРЬ
Газ, нагретый
сверхновыми;
источник
«фонтана»

**ОБЛАКО С
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
СКОРОСТЬЮ**
Остывший газ;
возвратный поток
«фонтана»

**БОЛЬШОЕ МАГЕЛЛАНОВО
ОБЛАКО**
Галактика – спутник
Млечного Пути

МАЛОЕ МАГЕЛЛАНОВО ОБЛАКО
Галактика – спутник Млечного Пути

**КАРЛИКОВАЯ СФЕРОИДАЛЬНАЯ
ГАЛАКТИКА В СТРЕЛЬЦЕ**
Галактика – спутник Млечного Пути

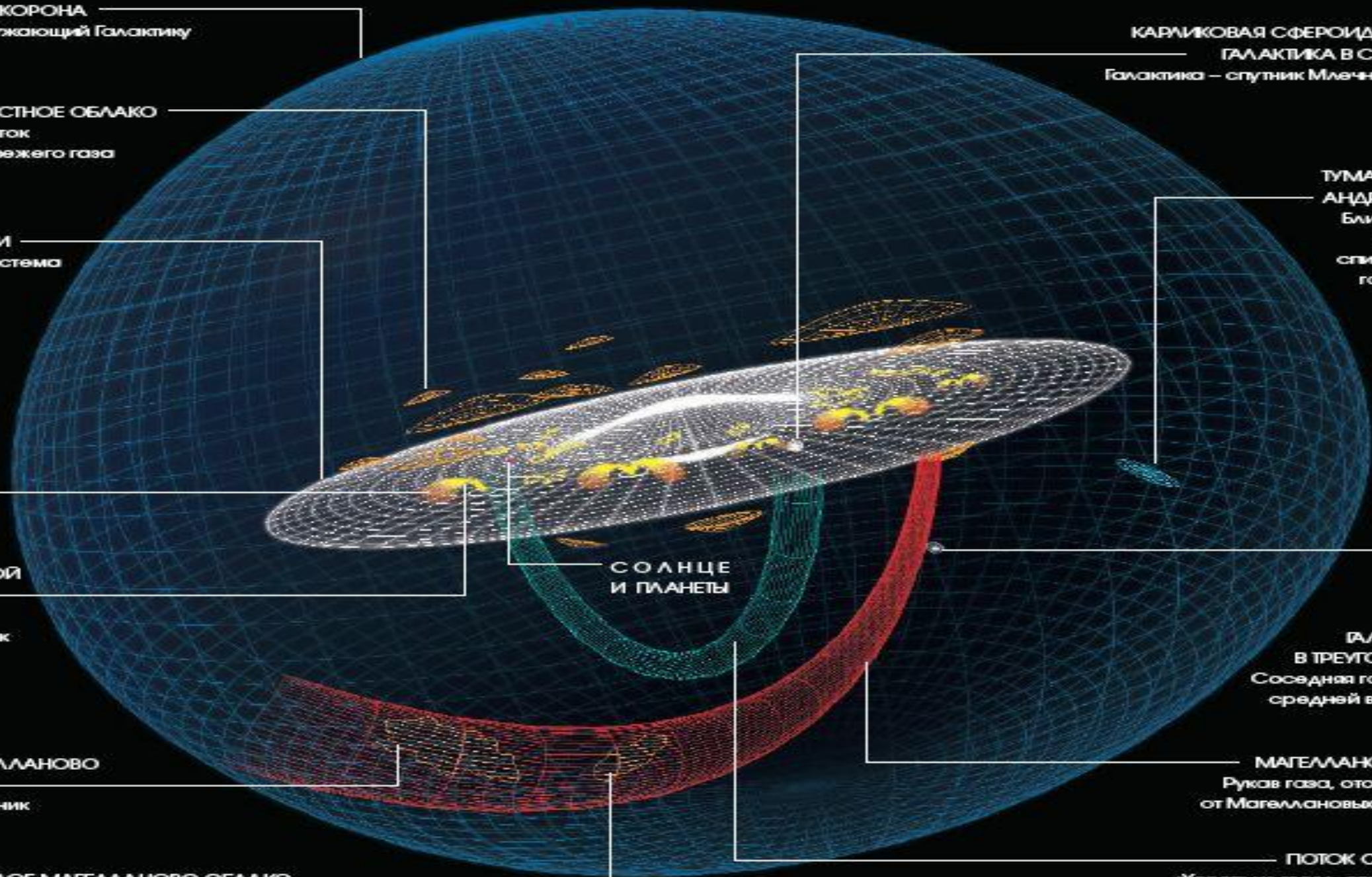
**ТУМАННОСТЬ
АНДРОМЕДЫ**
Ближайшая
крупная
спиральная
галактика

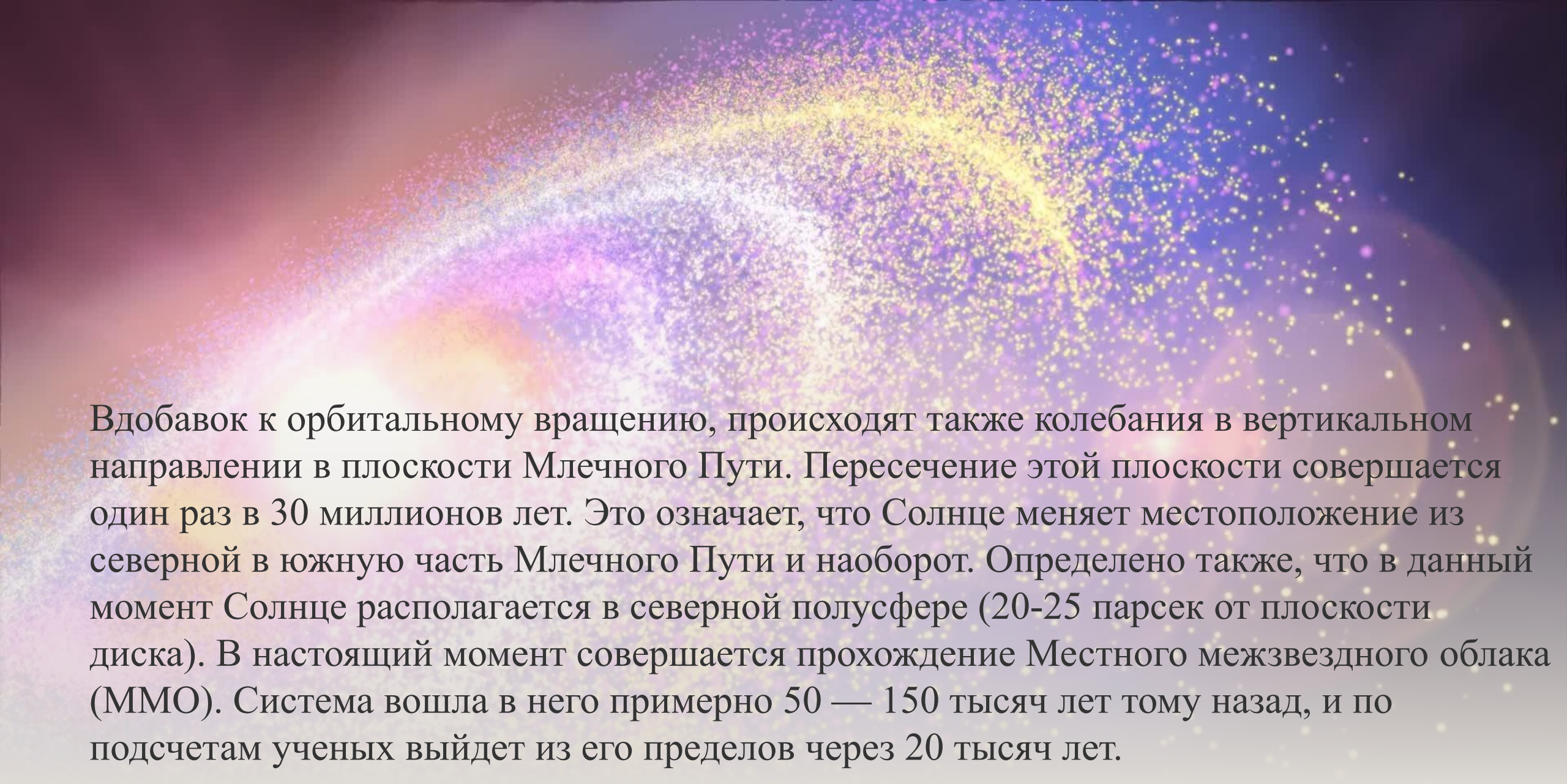
**СОЛНЦЕ
И ПЛАНЕТЫ**

**ГАЛАКТИКА
В ТРЕУГОЛЬНИКЕ**
Соседняя галактика
средней величины

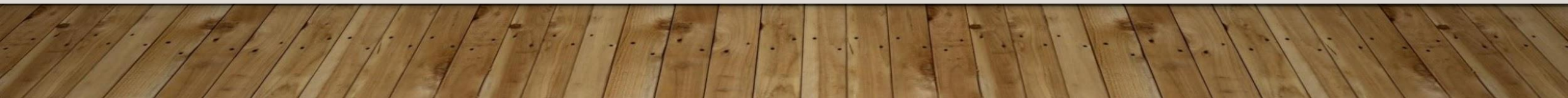
МАГЕЛЛАНОВ ПОТОК
Рукав газа, оторванного
от Магеллановых Облаков

ПОТОК СТРЕЛЬЦА
«Хвост» из звезд, оторванных
от карликовой галактики в Стрельце





Вдобавок к орбитальному вращению, происходят также колебания в вертикальном направлении в плоскости Млечного Пути. Пересечение этой плоскости совершается один раз в 30 миллионов лет. Это означает, что Солнце меняет местоположение из северной в южную часть Млечного Пути и наоборот. Определено также, что в данный момент Солнце располагается в северной полусфере (20-25 парсек от плоскости диска). В настоящий момент совершается прохождение Местного межзвездного облака (ММО). Система вошла в него примерно 50 — 150 тысяч лет тому назад, и по подсчетам ученых выйдет из его пределов через 20 тысяч лет.



Перемещение в космическом пространстве.



Солнечная система пребывает в непрекращающемся вращении и перемещении относительно небесных тел, межзвездного газа, других объектов. От некоторых объектов она удаляется, к некоторым – приближается. Установлено, что происходит сближение с Андромедой (скорость – 120-150 км/с), а в масштабе Местного Листа установлено приближение к Сверхскоплению Девы (скорость – 300-400 км/с).



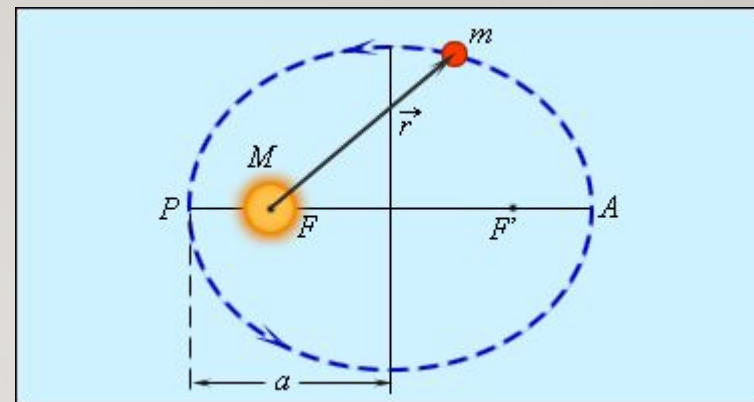
Законы Иоганна Кеплера (1571—1630)



Первый закон Кеплера

Определение Планеты Солнечной системы движутся по эллиптическим орбитам. В одном из фокусов такой орбиты находится Солнце.

иллюстрирация первого закона Кеплера рисунком. На нем изображена планета, чья масса меньше массы звезды. Звезда находится в одном из фокусов эллипса, по которому движется планета. Точкой P мы обозначили ближайшую к звезде траекторию, носящая название перигелия. Точка A – это наиболее удаленная от звезды точка траектории, которая называется афелием. Большая ось эллипса располагается между точками афелии и перигелия.

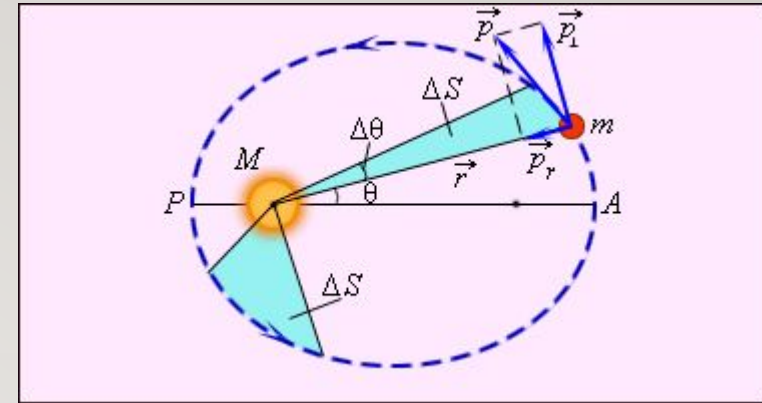


Эллиптическая орбита планеты массой $m \ll M$. a – длина большой полуоси, F и F' – фокусы орбиты.

В Солнечной системе все планеты за исключением Плутона движутся по орбитам, которые близки к круговым.

Второй закон Кеплера, или закон площадей

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



Эквивалентом второго закона Кеплера можно считать закон сохранения момента импульса. На рисунке, расположенном выше, изображен вектор импульса тела \vec{p} и составляющие его \vec{p}_r и \vec{p}_\perp . Площадь, заметенная радиус-вектором за малое время Δt , приближенно равна площади треугольника с основанием $r\Delta\theta$ и высотой r :

$$\Delta S = \frac{1}{2} r^2 \Delta \theta \text{ или } \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{1}{2} r^2 \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{1}{2} r^2 \omega; \quad (\Delta t \rightarrow 0).$$

Здесь $\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$; $(\Delta t \rightarrow 0)$ - угловая скорость.

Момент импульса L по абсолютной величине равен произведению модулей векторов \vec{p}_r и \vec{p}_\perp :

$$L = r p_\perp = r(m v_\perp) = m r^2 \omega \text{ так как } v_\perp = r \omega.$$

Из этих отношений следует:

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{L}{2m}, \quad (\Delta t \rightarrow 0)$$

Поэтому, если по второму закону Кеплера $\frac{\Delta S}{\Delta t} = \text{const}$, то и момент импульса L при движении остается неизменным.

В частности, поскольку скорости планеты в перигелии \vec{v}_P и афелии \vec{v}_A направлены перпендикулярно радиус-векторам \vec{r}_P и \vec{r}_A из закона сохранения момента импульса следует:

$$r_P v_P = r_A v_A$$

Третий закон Кеплера

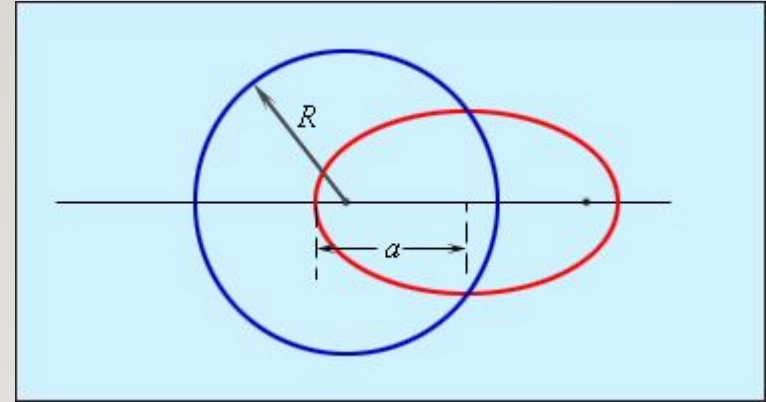
Определение Квадраты периодов обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит.

Формула третьего закона Кеплера имеет вид:

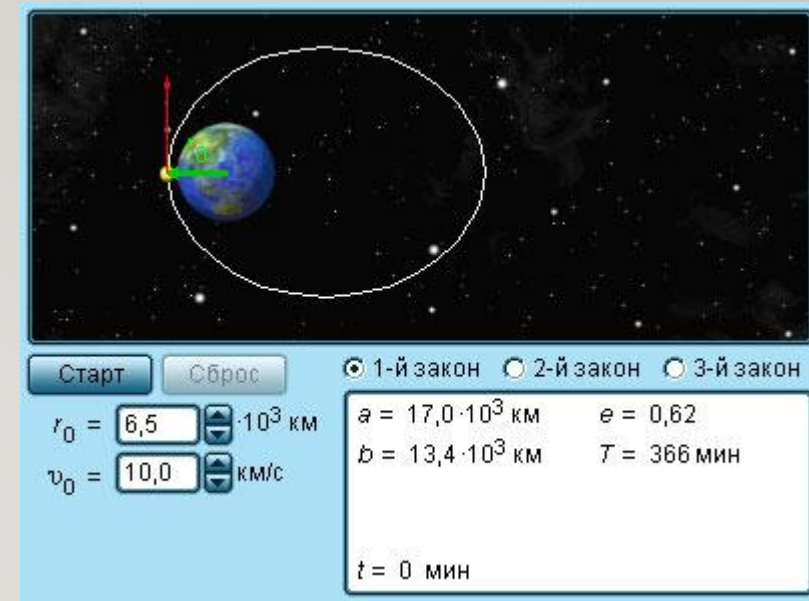
$$\frac{T^2}{a^3} = \text{const} \text{ или } \frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3}$$

Точность, с которой третий закон Кеплера выполняется для всех планет, составляющих Солнечную систему, составляет выше 1%1%.

На рисунке изображены две орбиты, по которым небесные тела движутся вокруг звезды. Одна из орбит круговая с радиусом радиусом R , а другая – эллиптическая с большой полуосью a . Если $R = a$, то согласно третьему закону Кеплера периоды обращения планет по таким орбитам будут одинаковы.



Законы Кеплера очень долго были правилами, полученными эмпирически на основе наблюдений за движением небесных тел. Для того, чтобы получить возможность опираться на них в создании рабочих теорий, не хватало теоретического обоснования законов. Таким обоснованием стало открытие закона всемирного тяготения Исааком Ньютоном:



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 был первым из исследователей, кто пришел к выводу о том, что между любыми телами в космосе действуют гравитационные силы, которые и определяют характер движения этих тел. Частным случаем такого взаимодействия является сила тяжести, воздействующая на тела, расположенные на поверхности и вблизи планет.

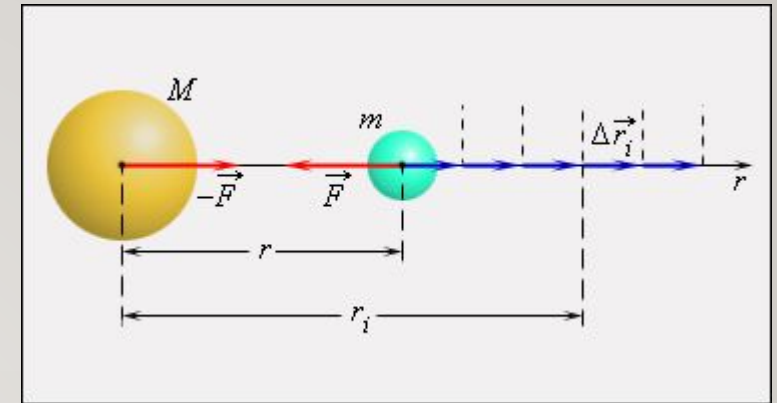
Для круговых орбит первый и второй закон Кеплера выполняются автоматически, а третий закон утверждает, что $T^2 \sim R^3$, где T – период обращения, R – радиус орбиты. Отсюда можно получить зависимость гравитационной силы от расстояния. При движении планеты по круговой траектории на нее действует сила, 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 $F \sim \frac{1}{R^2}$.

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

Определение Потенциальная энергия тела массы m , находящегося на расстоянии r от неподвижного тела массы M , равна работе гравитационных сил при перемещении массы m из данной точки в бесконечность.



Математическая процедура вычисления потенциальной энергии тела в гравитационном поле состоит в суммировании работ на малых перемещениях.

Закон всемирного тяготения применим не только к точечным массам, но и к сферически симметричным телам. Работа ΔA_i гравитационной силы \vec{F} на малом перемещении $\Delta \vec{s}_i = \Delta \vec{r}_i$ есть:

$$\Delta A_i = -G \frac{Mm}{r_i^2} \Delta r_i$$

Полная работа при перемещении тела массой m из начального положения в бесконечность находится суммированием работ ΔA_i на малых перемещениях:

$$A_{t\infty} = \sum_r^{\infty} \Delta A_i$$

В пределе при $\Delta r_i \rightarrow 0$ эта сумма переходит в интеграл. В результате вычислений для потенциальной энергии получается выражение:

$$E_p = A_{r\infty} = -G \frac{Mm}{r}$$

Знак «минус» указывает на то, что гравитационные силы являются силами притяжения.

Если тело находится в гравитационном поле на некотором расстоянии r от центра тяготения и имеет некоторую скорость v , его полная механическая

$$E = E_k + E_p = \frac{mv^2}{2} - G \frac{Mm}{r} = \text{const}$$

В соответствии с законом сохранения энергии полная энергия тела в гравитационном поле остается неизменной.

Определение Полная энергия может быть положительной и отрицательной, а также равняться нулю. Знак полной энергии определяет характер движения небесного тела. При $E = E_1 < 0$ тело не может удалиться от центра притяжения на расстояние $r > r_{\max}$. В этом случае небесное тело движется по эллиптической орбите (планеты Солнечной системы, кометы).

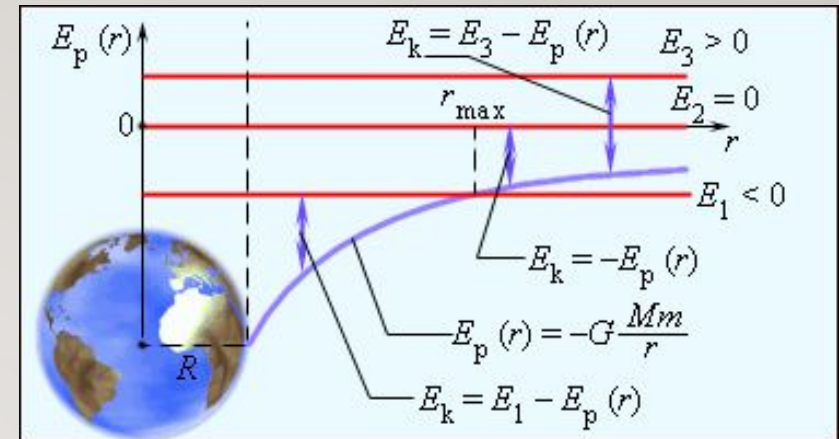


Диаграмма энергий тела массой m в гравитационном поле, создаваемом сферически симметричным телом массой M и радиусом R .

При $E = E_2 = 0$ тело может удалиться на бесконечность. Скорость тела на бесконечности будет равна нулю. Тело движется по параболической траектории.

При $E = E_3 > 0$ движение происходит по гиперболической траектории. Тело удаляется на бесконечность, имея запас кинетической энергии.

Первая и вторая космические скорости

Законы Кеплера применимы не только к движению планет и других небесных тел в Солнечной системе, но и к движению искусственных спутников Земли и космических кораблей. В этом случае центром тяготения является Земля.

Определение 7

Первой космической скоростью называется скорость движения спутника по круговой орбите вблизи поверхности Земли.

$$\frac{mv_1^2}{R_3} = G \frac{Mm}{R_3^2} = gm, \text{ отсюда } v_1 = \sqrt{G \frac{M}{R_3}} = \sqrt{gR_3} = 7,9 \cdot 10^3 \text{ м/с.}$$

Определение 8

Второй космической скоростью называется минимальная скорость, которую нужно сообщить космическому кораблю у поверхности Земли, чтобы он, преодолев земное притяжение, превратился в искусственный спутник Солнца (искусственная планета). При этом корабль будет удаляться от Земли по параболической траектории.

$$E = \frac{mv_2^2}{2} - G \frac{Mm}{R_3} = 0, \text{ отсюда}$$

$$v_2 = \sqrt{2G \frac{M}{R_3}} = \sqrt{2gR_3} = 11,2 \cdot 10^3 \text{ м/с.}$$

Мы проиллюстрировали понятие первой и второй космической скорости рисунком. Если скорость космического корабля равна $v_1 = 7,9 \cdot 10^3 \text{ м/с}$ и направлена параллельно поверхности Земли, то корабль будет двигаться по круговой орбите на небольшой высоте над Землей. При начальных скоростях, превышающих v_1 , но меньших $v_2 = 11,2 \cdot 10^3 \text{ м/с}$, орбита корабля будет эллиптической. При начальной скорости v_2 корабль будет двигаться по параболе, а при еще большей начальной скорости – по гиперболе.

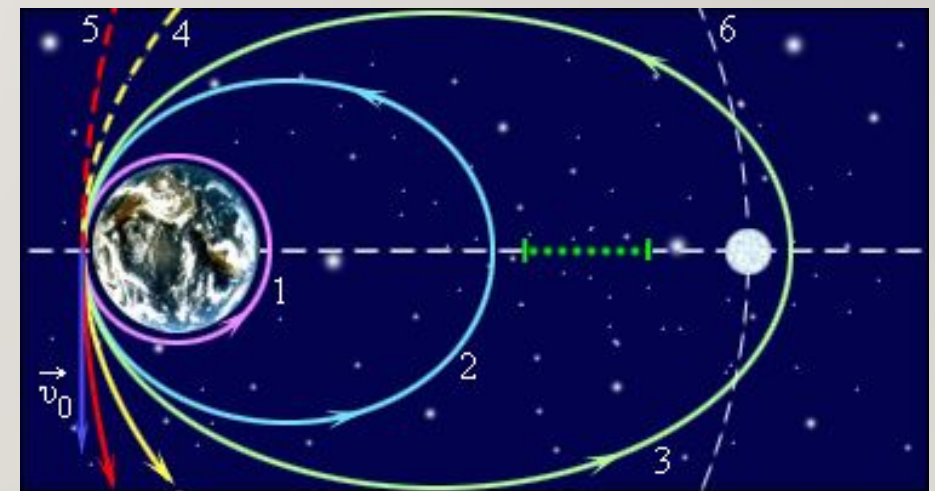


Рис. 1. Космические скорости. Указаны скорости вблизи поверхности Земли. 1: $v = v_1$ – круговая траектория; 2: $v_1 < v < v_2$ – эллиптическая траектория; 3: $v = 11,1 \cdot 10^3 \text{ м/с}$ – сильно вытянутый эллипс; 4: $v = v_2$ – параболическая траектория; 5: $v > v_2$ – гиперболическая траектория; 6: траектория Луны.

Используемые источники:

Просторы интернета

<https://zaochnik.com/spravochnik/fizika/zakony-sohraneniya-v-mehanike/zakony-keplera/>

<https://www.kramola.info/vesti/kosmos/zakony-nebesnoy-mehaniki-dvizhenie-solnechnoy-sistemy>