**Реферат по астрономии**

**Тема**

**«Спутники планет»**

**Содержание:**

1. Спутники планет.
2. Происхождение естественных спутников планет.

**Спутники планет.**

Спутники планет – это небольшие тела Солнечной системы, обращающиеся вокруг планет под действием их притяжения. В настоящее время открыто 136 спутников планет. Из них 101 спутник имеет собственные названия, а остальные - временные обозначения. Ближайшие к Солнцу планеты – Меркурий и Венера не имеют естественных спутников. Земля имеет единственный естественный спутник – Луну.

Марс имеет два спутника - Фобос и Деймос, открытые Холлом в 1877 году, размером 27 и 15 км. Эти спутники известны своей близостью к планете и весьма быстрым движением. В течении марсианских суток Фобос дважды восходит и дважды заходит. Деймос перемещается по небосводу медленнее: с момента его восхода над горизонтом до захода проходит более двух с половиной суток. Оба спутника Марса движутся почти точно в плоскости его экватора. С помощью космических аппаратов установлено, что Фобос и Деймос имеют неправильную форму и в своем орбитальном движении остаются повернутыми к планете всегда одной и той же стороной. Размеры Фобоса составляют около 27 км, а Деймоса — около 15 км. Поверхность спутников Марса состоит из очень темных минералов с низким альбедо и покрыта многочисленными кратерами. Один из них — на Фобосе имеет поперечник около 5,3 км. На этих спутниках Марса имеется несколько кратеров. Кратеры, вероятно, рождены метеоритной бомбардировкой, происхождение системы параллельных борозд неизвестно. Средняя плотность массы Фобоса (по гравитационному возмущению траектории орбитального космического аппарата "Викинг") составляет около 2 г/см3. Угловая скорость орбитального движения Фобоса настолько велика, что он, обгоняя осевое вращение планеты, восходит в отличие от других светил, на западе, а заходит на востоке. Возможно, Фобос и Деймос являются астероидами, захваченными полем тяготения Марса, а не лунами, которые когда-то образовались вблизи планеты. Поверхность у них темная, как у всех астероидов, и по плотности они тоже близки к ним. Оба спутника выглядят как большие куски каменистой породы; возможно, они образовались на ранней стадии существования Солнечной системы — может быть, даже раньше, чем большие планеты. Эти маленькие луны не совсем круглые. Для этого есть две причины. Во-первых, они, возможно, представляют собой фрагменты, отколовшиеся при столкновении более крупных небесных тел. Во-вторых, ввиду столь небольших размеров этих лун, их собственная сила тяготения слишком мала, чтобы сжать их до более круглой формы.

**Таблица параметров лун Марса.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Спутник | Диаметр, км. | Масса (Луна=1) | Плотность, г./см2 | Расстояние от планеты, 1000 км. | Период в сутках | Наклон к плоскости экватора планеты | Открытие |
| Фобос | 23 | - | ~3 | 9 | 0.319 | 10 | Холл, 1877 |
| Деймос | 16 | - | ~3 | 23 | 1,262 | 20 | Холл, 1877 |

Система спутников Юпитера в настоящее время содержит 53 спутника (16 спутников, имеющих собственные имена, 12 спутников с временными обозначениями, открытых в 1999-2000 годах, 11 малых спутников, открытых в 2001 г. и один спутник S/2002 J1, открытый в 2002 г.)

До 1999 года были известны 16 спутников Юпитера, которые подразделяются на 4 группы. Это галилеевы спутники, названные по имени их первооткрывателя Галилео Галилея, - Ио, Европа, Ганимед и Каллисто. Названия для этих спутников предложены немецким астрономом Симоном Мариусом, который наблюдал эти спутники одновременно с Галилео Галилеем. Они отличаются большими размерами, Ио и Европа имеют размер Луны, Каллисто по размеру равна Меркурию, а Ганимед - крупнейший спутник солнечной системы, его диаметр равен 5262 км. По сравнению с другими спутниками галилеевские исследованы более детально. В очень хороших атмосферных условиях можно различить диски этих спутников и даже заметить некоторые детали на поверхности.

На основании результатов тщательных наблюдений за изменениями блеска и цвета галилеевских спутников установлено, что у всех у них осевое вращение синхронно с орбитальным, поэтому они всегда обращены к Юпитеру одной стороной. На снимках поверхности Ио, полученных с американских космических аппаратов "Вояджер", хорошо видны действующие вулканы. Над ними вздымаются светлые облака продуктов извержения, выброшенных на высоту многих десятков километров. На поверхности Ио – красноватые пятна. Полагают, что это выпарившиеся из недр соли. Необычной особенностью этого спутника является окружающее его протяженное облако газов. По данным космического аппарата "Пионер-10" были открыты разреженная атмосфера и ионосфера этого спутника. Среди галилеевских спутников выделяется Ганимед, который по размеру (свыше 5 тыс. км.) является, вероятно, самым большим из всех спутников планет Солнечной системы. С космического корабля "Пионер-10" было получено изображение поверхности Ганимеда. На снимке отчетливо видны яркая полярная шапка и пятна. На основании результатов наземных инфракрасных наблюдений считают, что поверхность Ганимеда, как и другого галилеевского спутника – Каллисто, покрыты водяным льдом или инеем. У Ганимеда обнаружены следы атмосферы. Эти четыре спутника являются объектами 5–6-й звездной величины, и их можно наблюдать в любой телескоп или бинокль. Остальные спутники гораздо слабее.

Из всех лун наиболее живописна Ио, которая вращается в наибольшей близости к Юпитеру. Цвет Ио совершенно необыкновенный — это смесь черного, красного и желтого. Такая уди­вительная окраска объясняется тем, что из недр Ио было извергнуто большое количество серы. Съемочные камеры «Вояджера» показали на Ио несколько действующих вулканов; они выбрасывают фонтаны серы на 200 км ввысь над поверхностью. Серная лава вылетает наружу со скоростью 1000 м в секунду. Некоторое количество этого лавового вещества вырывается из поля тяготения Ио и образует кольцо, опоясывающее Юпитер. Поверхность Ио молода. Мы можем судить об этом по тому, что на ней почти нет метеоритных кратеров. Орбита Ио проходит менее чем в 400 000 км от Юпитера. Поэтому Ио подвергается возмущающему действию огромных приливных сил. Постоянное чередование растягивающих и сжимающих приливов внутри Ио порождает интенсивное внутреннее трение. Благодаря этому внутренние области остаются горячими и расплавленными, несмотря на огромное удаление Ио от Солнца.

У Европы самая светлая поверхность. На одну пятую Европа состоит из воды, которая образует на ней ледяной панцирь толщиной в 100 км. Это ледяное покрытие так же сильно отражает свет, как облака Венеры.

Самая большая луна — Ганимед, ее диаметр равен 5262 км. Она покрыта толстой коркой льда, лежащей поверх каменистого ядра. Имеются многочисленные следы метеоритных бомбардировок, а также свидетельства столкновения с гигантским астероидом 4 миллиарда лет назад.

Каллисто по величине почти не уступает Ганимеду, и вся ее поверхность густо усеяна кратерами. Это самый темный по цвету из всех спутников Юпитера.

Кроме четырех галилеевых спутников существуют 3 группы малых спутников - 4 малых внутренних спутника находятся ближе к планете, чем Ио, 4 внешних спутника - на похожих орбитах с прямым движением на расстоянии около 11 млн км, и 4 обратных спутника - на расстояниях около 22 млн км.

Четыре малых внутренних спутника, находящихся ближе Ио, идентифицируются теперь как спутники кольца, образующие кольцевую систему Юпитера. Это - Метида, Адрастея и Теба, открытые Вояджером 1, и Амальтея — самый близкий к планете: он находится к ней на расстоянии в 2,6 радиуса планеты., открытый Барнардом в 1892 году.

Орбиты указанной группы из восьми спутников являются регулярными, т.е. спутники движутся в плоскости экватора Юпитера на почти круговых орбитах. Остальные восемь спутников являются нерегулярными спутниками, движущимися по эксцентричным и сильно наклоненным орбитам. Группа Гималии, в которую входят еще Лиситея, Леда и Элара, находится на расстоянии 11 миллионов километров. Радиусы этих спутников от 8 км у Леды до 90 км у Гималии. Вторая группа внешних спутников (Пасифе, Синопе, Ананке и Карме) включает в себя четыре спутника, движущихся в обратном направлении на расстоянии около 22 млн км. Размеры этих спутников от 30 до 70 км в диаметре.

В 1999 году открыт 17-й спутник Юпитера S/1999 J1, который также движется на расстоянии 22 млн км в сторону, обратную движению Юпитера, т.е. принадлежит группе Пасифе. В 2000 году открыт спутник S/2000 J1, отождествленный со спутником 1975 года S/1975 J1, а также еще 10 спутников, получивших обозначения S/2000 J2 - J11. Один из них имеет большую полуось, равную 11 млн. км, а остальные попадают во вторую группу внешних спутников с обратным движением и большой полуосью 20 - 23 млн.км.

В середине декабря 2001 г. группа астрономов, возглавляемая Шепардом и Джуиттом (Университет, Гавайи), а также Клейна (Кембридж, Англия) открыли еще 11 новых спутников Юпитера. В 2002 г. открыт спутник S/2002 J1. Общее количество спутников Юпитера теперь составляет 40, т.е. система спутников Юпитера является самой большой.

Все нерегулярные спутники можно разделить на определенные группы или классы. К спутникам с прямым движением относятся 5 внешних спутников. Это группа Гималии, включая Элару, Лиситею, Леду и S/2000 J11, находящихся на среднем расстоянии 11 млн.км на орбитах с наклонами 30-45 градусов. 32 спутника движутся в обратном направлении на расстоянии примерно 22 млн.км на орбитах с наклонами примерно 150 градусов. И только один спутник не входит ни в одну из указанных групп. Это S/2000 J1, движущийся на расстоянии 7.5 млн.км на орбите с наклоном 45 градусов.

Система Сатурна содержит 31 спутник (18 спутников имеют собственные названия и 12 спутников, открытых в 2000 году).

Первый спутник был открыт Гюйгенсом в 1655 году. Это самый большой спутник Сатурна Титан. Два спутника Мимас и Энцелад были открыты Гершелем, четыре спутника - Тефию, Диону, Рею и Япет открыл Кассини. В XIX веке были открыты наземными наблюдениями Гиперион и Феба. В течение 1979 -1981 г.г. открыто восемь новых спутников Сатурна - это Атлас, Прометей, Пандора, Елена и коорбитальные спутники Янус и Эпиметей. На орбите Тефии найдены еще два малых спутника - Калипсо и Телесто. Еще один спутник Пан был открыт в 1990 году. Ближайший из них к Сатурну – Янус движется на столько близко к планете, что обнаружить его удалось только при затмении колец Сатурна, создающего вместе с планетой яркий ореол в поле зрения телескопа. Самый большой спутник Сатурна – Титан – один из величайших спутников в Солнечной системе по размерам и по массе. Его диаметр приблизительно такой же, как диаметр Ганимеда. Титан окружен атмосферой. В ней движутся непрозрачные облака. Титан, по своей величине превосходит планету Меркурий. Астрономы считают, что эта луна состоит из равных количеств камня и водяного льда. Но самым замечательным представляется тот факт, что у Титана есть толстый слой атмосферы, состоящей главным образом из азота с некоторой примесью метана. Она Земле он встречается в виде природного газа. Никакая другая луна во всей Солнечной системе не имеет атмосферы. Атмосферное давление на Титане не намного больше, чем на Земле, зато температура - всего -180°С. При такой температуре метан существует как в виде газа, так и в виде жидкости, а также как твердое вещество - в зависимости от конкретных местных условий. Так что Титан в некотором смысле похож на Землю: там может быть дождь, и снег, и океаны, и реки. Разница лишь в том, что все это состоит не из воды, а из метана. Все спутники Сатурна, кроме Фебы, обращаются в прямом направлении. Феба движется по орбите с довольно большим эксцентриситетом в обратном направлении.

В 2000 году были найдены 12 спутников, получивших временные обозначения S/2000 S1 - S12. Точные орбиты для них еще определяются.

Система спутников Урана включает 27 спутников (20 спутников, имеющих названия, один спутник S/1986 U10, открытый в 1999 году по снимкам Вояджера, полученным в 1986 г. и спутник S/2001 U1, открытый в 2001 г.).

Система спутников Урана состоит из 15 регулярных спутников, движущихся в плоскости экватора Урана на почти круговых орбитах и 5 далеких нерегулярных спутников, открытых в 1997 и 1999 годах, движущихся на орбитах с большими наклонами и эксцентриситетами. Пять больших спутников Ариэль, Умбриэль, Титания, Оберон и Миранда были открыты при наземных наблюдениях Ласселом, Гершелем и Койпером. Они вращаются по орбитам плоскости которых практически совпадают между собой. Самый удивительный из них - Миранда, около 500 км в поперечнике. Его поверхность поражает разнообразием долин, ущелий и крутых скал. Кажется, что эта луна сплавлена из трех или четырех огромных каменных обломков. Возможно, они представляют собой остатки прежней луны, некогда столкнувшейся с астероидом, а теперь сумевшей вновь собрать воедино свои обломки.

Девять спутников открыты при пролете Вояджера в 1986 году. Они были названы именами действующих лиц пьес Шекспира - Корделия, Афелия, Бианка, Крессида, Дездемона, Джульетта, Порция, Розалинда и Белинда. Пятнадцатый спутник Пак был открыт Синнотом в 1985 году. В 1997 году были открыты два далеких нерегулярных спутника Урана - Калибан и Сикоракса. В 1999 г. найдены еще три далеких спутника, которые также получили имена действующих лиц пьесы Шекспира "Буря" - Просперо, Сетебос и Стефано. В 1999 году на снимках, сделанных 13 лет назад Вояджером 2, был открыт еще один спутник на орбите Белинды, который имеет предварительное обозначение S/1986 U10. В 2001 г. открыт еще один далекий спутник Урана S/2001 U1.

Вся система в целом отличается необычайным наклоном – ее плоскость почти перпендикулярна средней плоскости всех планетных орбит. Кроме спутников, вокруг Урана движется множество мелких частиц, образующих своеобразные кольца, совсем, однако, не похожие на знаменитые кольца Сатурна.

Система спутников Нептуна содержит 13 спутников, два из которых были открыты наземными наблюдениями - Тритон и Нереида, а шесть спутников открыты при пролете Вояджера - Наяда, Таласса, Деспина, Галатея, Ларисса и Протей. Тритон был открыт в 1846 г., через две недели после открытия самого Нептуна. По размерам и массе он больше Луны. Имеет обратное направление орбитального движения. Подобно Земле, Тритон имеет азотную атмосферу, а состоит он на семь десятых из твердой породы и на три десятых из воды. Вблизи южного полюса Тритона "Вояджер-2" сделал снимки красного льда, а на экваторе он сфотографировал голубой лед из замершего метана. На Тритоне имеются громадные скалы, изрезанные водяным льдом, а также бесчисленное количество кратеров. Нептун изменяет направление движения комет, попадающих в Солнечную систему извне. Возможно, некоторые из них сталкивались с Тритоном, и в результате этих соударений возникли его кратеры. На Тритоне есть темные полосы вулканического происхождения. Ученые полагают, что лед, состоящий из замерзшей воды, метана и азота, был извергнут из глубин Тритона через вулканы.

Спутник Нереида – очень небольшой, обладает сильно вытянутой орбитой. Расстояние спутников до планеты меняется в пределах от 1,5 до 9,6 млн. км. Направления орбитального движения – прямое. В 2002-03 г.г. открыты пять далеких спутника Нептуна, имеющих временные обозначения S/2002 N1- N4 и S/2003 N1.

У планеты Плутон также удалось обнаружить в 1978 г. спутник. Это спутник Харон Это открытие имеет большое значение, во-первых, потому что дает возможность более точно вычислить массу планеты по данным о периоде обращения спутника и, во-вторых, в связи с дискуссией о том, не является ли сам Плутон "потерявшимся" спутником Нептуна.

Вопрос о происхождении наблюдаемых систем спутников очень важен, он является одним из узловых вопросов современной космогонии.

**Происхождение естественных спутников планет**

В настоящее время открыто 136 спутников планет. В эпоху О.Ю. Шмидта их было известно в три раза меньше. В 3-м издании его "Четырех лекций о теории происхождения Земли" (1957 г.) высказана общая идея о происхождении спутников:

"При образовании планет, в процессе сближения частиц с крупными зародышами планет, некоторые из частиц, сталкиваясь, настолько теряли скорость, что выпадали из общего роя и начинали обращаться вокруг планеты. Таким образом, около планетного зародыша образуется сгущение - рой частиц, обращающихся около него по эллиптическим орбитам. Эти частицы также сталкиваются, изменяют свои орбиты. В уменьшенном масштабе в этих роях будут происходить те же процессы, что и при образовании планет. Большинство частиц упадет на планету (присоединится к ней), часть же их будет образовывать околопланетный рой и объединяться в самостоятельные зародыши - будущие спутники планет… При осреднении орбит частиц, образующих спутник, последний приобретает симметричную, т.е. близкую к круговой, орбиту, лежащую в плоскости экватора планеты".

Модель образования Луны, разработанную на основании этой идеи, стали позднее называть моделью коаккреции (на Западе "accretion" обозначает и "аккумуляция" и "аккреция", тогда как в русскоязычных работах "аккреция" обычно обозначает присоединение газовой среды, а "аккумуляция" - объединение твердых тел). Эта модель может быть применима к планетам земного типа, но она не исчерпывает всех разновидностей образования спутников. Так, у планет-гигантов на стадии аккреции газа должны образовываться не околопланетные рои, а аккреционные газопылевые диски. В поясе астероидов, где процессы аккумуляции давно сменились разрушительными столкновениями, образование спутников возможно лишь путем фрагментации более крупных родительских тел. Наконец, для системы Земля - Луна в последние два десятилетия рассматривается катастрофическое происхождение как альтернатива коаккреции. Ниже мы кратко обрисуем эти разновидности на примере Луны, галилеевых спутников Юпитера и астероидной пары Ида - Дактил.

Освоение Луны во второй половине ХХ в. позволило изучить ее внутреннее строение, состав, возраст многих участков поверхности, их геологию, а также приливную историю лунной орбиты. К сожалению, не удалось выработать единое мнение о происхождении Луны. Была отвергнута гипотеза Дарвина об отрыве Луны от быстровращающейся Земли, отпала гипотеза о захвате готовой Луны. Есть общее представление, что Луна образовалась в околоземном диске, но по поводу возникновения диска существуют две крайние версии.

В одной из них, согласно идее О.Ю. Шмидта, предполагается постепенное пополнение диска (роя) допланетным веществом, сопутствующее росту Земли, т.е. коаккреция. Модель разработана в ОИФЗ и позднее развита группой американских ученых из Аризонского университета и Института планетных наук в г. Тусоне, США. Показано, что в околоземной рой могло быть захвачено достаточно вещества для аккумуляции Луны, если во время роста Земли плотность частиц в ее непосредственной близости в несколько раз превышала плотность "фона" допланетных частиц. Массивный спутник с прямым направлением обращения вокруг Земли мог образоваться на расстоянии в 3 - 4 раза меньшем, чем современное расстояние до Луны, что вполне согласуется с ее последующим приливным отодвиганием. Главное отличие химического состава Луны от Земли - низкое содержание железа в Луне (6-10% по сравнению с 35% в Земле) - объясняется преимущественным захватом в околоземный рой наиболее мелкой фракции допланетных частиц, которые чаще сталкиваются друг с другом. При столкновениях сильнее дробятся каменистые породы, и мелкая пыль обогащается силикатами по отношению к железу. Одновременно теряются за счет испарения летучие и полулетучие компоненты, которыми, как известно, Луна обеднена. По определению Тусоновской группы, околоземный рой работает как "композиционный фильтр", и таким образом решается проблема различий химического состава Луны и Земли.

Сторонники катастрофического происхождения околоземного диска предполагают, что этот диск образовался при столкновении Земли с крупным допланетным телом, в 1,5 - 2 раза более массивным, чем Марс, - мегаимпакте. При надлежаще направленном касательном соударении выброшенный диск обладает и большой массой и достаточным угловым моментом для формирования в нем Луны. Решение проблемы химического состава Луны авторы гипотезы мегаимпакта видят в том, что и Земля и ударившее тело уже успели расслоиться на ядро и мантию Их железные ядра остались в Земле, затем объединились в одно ядро, а диск образовался из силикатных мантий. Необходимо сказать, что, как бы решая проблемы Луны в один прием, мегаимпакт сам создает проблемы. Так, энергия мегаимпакта при столкновении ударника с Землей со скоростью 14 - 15 км/c составляет более 1039 эрг. Этого достаточно, чтобы расплавить большую часть Земли, а также испарить какую-то ее часть. Образуется горячая силикатно-магниевая атмосфера, и Земля в течение 10 - 100 лет светит как коричневый карлик - звезда с температурой фотосферы 2000 К. Необходим критический анализ возможности такого этапа в ранней истории Земли. Гипотеза мегаимпакта не объясняет почти круговой характер орбиты Земли. Ее эксцентриситет в настоящее время равен 0,017, что согласуется с участием в аккумуляции Земли крупных тел вплоть до лунной массы, но не марсианской. Подсчет В.С. Сафронова и А.М. Фридмана показал, что при мегаимпакте эксцентриситет орбиты Земли был бы в 5 - 10 раз больше. Наконец, гипотеза мегаимпакта придумана специально для Луны, хотя, по мнению Д. Стивенсона, наилучшим "кандидатом" на такое происхождение служит система Урана с его спутниками. Не исключено, что сильный наклон оси Урана к оси эклиптики вызван ударом тела с массой, сравнимой с массой Земли, и следствием такого удара могло быть образование диска в одной плоскости с экватором Урана. Идентичность химического состава Урана и его спутников могла бы стать подтверждением этой идеи, но достоверных данных об этом пока нет.

Гипотеза коаккреции носит более универсальный характер. Спутники должны были появиться у всех четырех планет земной группы. Исчезновение спутников Венеры и Меркурия объясняется тем, что вращение этих планет сильно замедлено солнечными приливами, и их спутники, испытывая приливное воздействие своих планет, должны были приблизиться к ним и выпасть на поверхность. Особое место, которое занимает Луна среди спутников по величине ее орбитального углового момента, - также результат приливной эволюции. В прошлом Луна находилась в несколько раз ближе к Земле, а Земля вращалась быстрее, чем сейчас, так что соотношение моментов в системе Земля - Луна было иным. Луна на много порядков массивнее, чем спутники Марса. Масса Марса равна всего 0.1 МЕ, но модель коаккреции как раз предсказывает сильную нелинейную зависимость массы спутников от массы планеты. Наконец, газопылевые аккреционные диски вокруг растущих планет-гигантов можно считать аналогами околопланетных роев, состоящих из двух компонентов.

Систему спутников Юпитера часто сравнивают с миниатюрной Солнечной системой. Регулярный характер орбит галилеевых спутников и четырех малых спутников, обращающихся вблизи Юпитера, говорят об их образовании из газопылевого диска, хотя спутники не содержат легких газов. Их состав варьирует от безводного каменистого у Ио и малых спутников к каменистой Европе с ее ледяным покрытием в десятую долю массы и к смешанному составу Ганимеда и Каллисто, у которых примерно поровну льда и силикатов. Еще по наземным наблюдениям было известно закономерное убывание плотности спутников с расстоянием от Юпитера, и это правильно понималось как результат прогревания зоны спутников его излучением. Ранний Юпитер уподоблялся маленькому Солнцу. Космические исследования укрепили эту точку зрения, дав точные определения плотностей и химического состава спутников. В сочетании с моментами инерции эти данные позволяют сегодня уже строить вполне реальные многослойные модели внутреннего строения галилеевых спутников! Прообраз газопылевого диска Юпитера приходится создавать теоретически, на основании данных о массах спутников и в предположении о единстве состава диска и Юпитера, опираясь при этом на существующие модели аккреционных дисков у молодых звезд и Солнца. Масса диска могла достигать 10 МЕ, с учетом водорода и гелия; значительная часть этой массы выпала на Юпитер и рассеялась в пространство. Прямое вращение диска обусловливалось угловым моментом, которым обладал объем газа, забираемый из допланетного облака. Эта величина невелика, поскольку радиус диска в несколько десятков раз меньше размера гравитационной сферы Юпитера. Вещество спутников - это последние порции вещества, захваченного в диск, на заключительной стадии аккреции Юпитера, когда его фотосфера была еще горячей, до 1000 К. Одновременно с аккумуляцией спутников шла термическая диссипация газов из диска, для чего также было необходимо тепло от Юпитера. Происхождение маленьких нерегулярных спутников Юпитера, обращающихся далеко за пределами галилеевой системы, никак не связано с газово-пылевым диском. По предположению, это захваченные при взаимных столкновениях небольшие астероиды или их фрагменты.

В главном поясе астероидов давно уже известны семейства, т.е. группы астероидов, хотя и разбросанные в пространстве пояса, но имеющие одинаковые элементы орбит: большую полуось, эксцентриситет, наклонение. Есть все основания предполагать, что члены семейства образовались при фрагментации одного родительского тела при его столкновении с другим астероидом. Удивительно, что у некоторых астероидов обнаружились спутники (Земля и Вселенная, 2001, № 3). Первой зафиксированной парой оказались астероид 243 Ида и его спутник, названный впоследствии Дактил. Их снимки получены с помощью космического аппарата "Галилео" в 1993 г. на пути к Юпитеру. Ида имеет неправильную форму с наибольшим диаметром 56 км, она быстро вращается (период 4,65 ч). Астероид сильно кратерирован, что говорит о большом возрасте. Диаметр спутника - около 1,5 км. Оба принадлежат семейству Коронид, насчитывающему более 50 членов. Размер родительского тела оценивается в 90 км. На возможность существования спутников у астероидов в свое время указывал С. Вайденшиллинг. Если разрушительное столкновение происходит со скоростью 0,5 - 1,0 км/c, то образующиеся фрагменты могут быть крупными и разлетаться со скоростями в десятки м/c. Лабораторные эксперименты показали, что фрагменты, как правило, вращаются. Астероидная пара - это двойной фрагмент. Для удержания спутника необходимо, чтобы его относительная скорость была мала. Подсчет показал, что орбитальная скорость спутника Иды должна быть около 6 м/c, а уже при 10 м/c пара должна была бы разорваться. В поясе астероидов так мала пространственная плотность тел и низка вероятность возмущений, что долговременное существование пар вполне возможно. Тела оказывают приливное воздействие друг на друга, но из-за малости масс астероидов эти приливы чрезвычайно малы. Время приливной эволюции астероидных пар измеряется миллиардами лет.