

Тема урока

**Карликовые планеты  
и малые тела  
Солнечной системы**

## **Задание к уроку:**

- 1. Изучите презентацию;**
- 2. Оформите конспект в тетради, записав основные понятия (см. словарь: слайды 62-64);**
- 3. Загружать на сайт ничего не надо, проверка на уроке – письменный опрос.**

# ПЛАНЕТЫ КАРЛИКИ



Плутон



Эрида



Церера



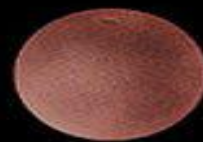
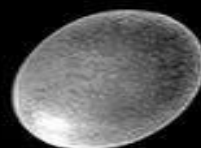
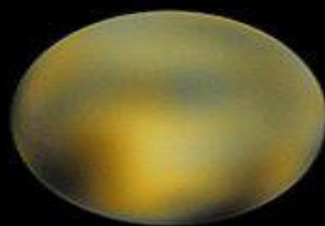
Хаумея



Макемаке

# Карликовые планеты

Термин «карликовая планета» был принят в 2006 году в рамках классификации обращающихся вокруг Солнца тел на три категории. Тела, достаточно большие для того, чтобы расчистить окрестности своей орбиты, определены как планеты, а недостаточно большие, чтобы достичь даже гидростатического равновесия, — как малые тела Солнечной системы или астероиды. Карликовые планеты занимают промежуточное положение между этими двумя категориями.



Луна (для сравнения)

Эрида

Плутон

Хаумеа

Макемаке

Церера

Год открытия	2003	1930	2003	2005	1801
Диаметр	2,326 km	2,302 km	1,436 km	1,420 km	952.4 km
Орбитальный период	561.4	247.9	281.9	305.34	4.6
Расстояние от Солнца	68	39.5	43.1	45.3	2.8
Наклонение орбиты	46.9	17.14	28.2	29	10.59
Период вращения	25.9	6.39	3.9	22.5	9.1
Спутники	1	5	2	0	0



**Карликовая планета** – небесное тело, которое обращается вокруг Солнца, имеет достаточную массу, чтобы стать почти круглой, но не может расчистить свой орбитальный путь от других объектов.

В настоящее время карликовыми официально признаны пять планет: **Плутон**, крупнейший из астероидов - **Церера**, **Эрида**, **Макемаке**, **Хаумеа**.

Есть ещё несколько десятков кандидатов, возможно список карликовых планет скоро пополнится.

# *Плутон*



**Плутон – самая маленькая планета в Солнечной системе, ее размеры сравнимы с нашей Луной.**

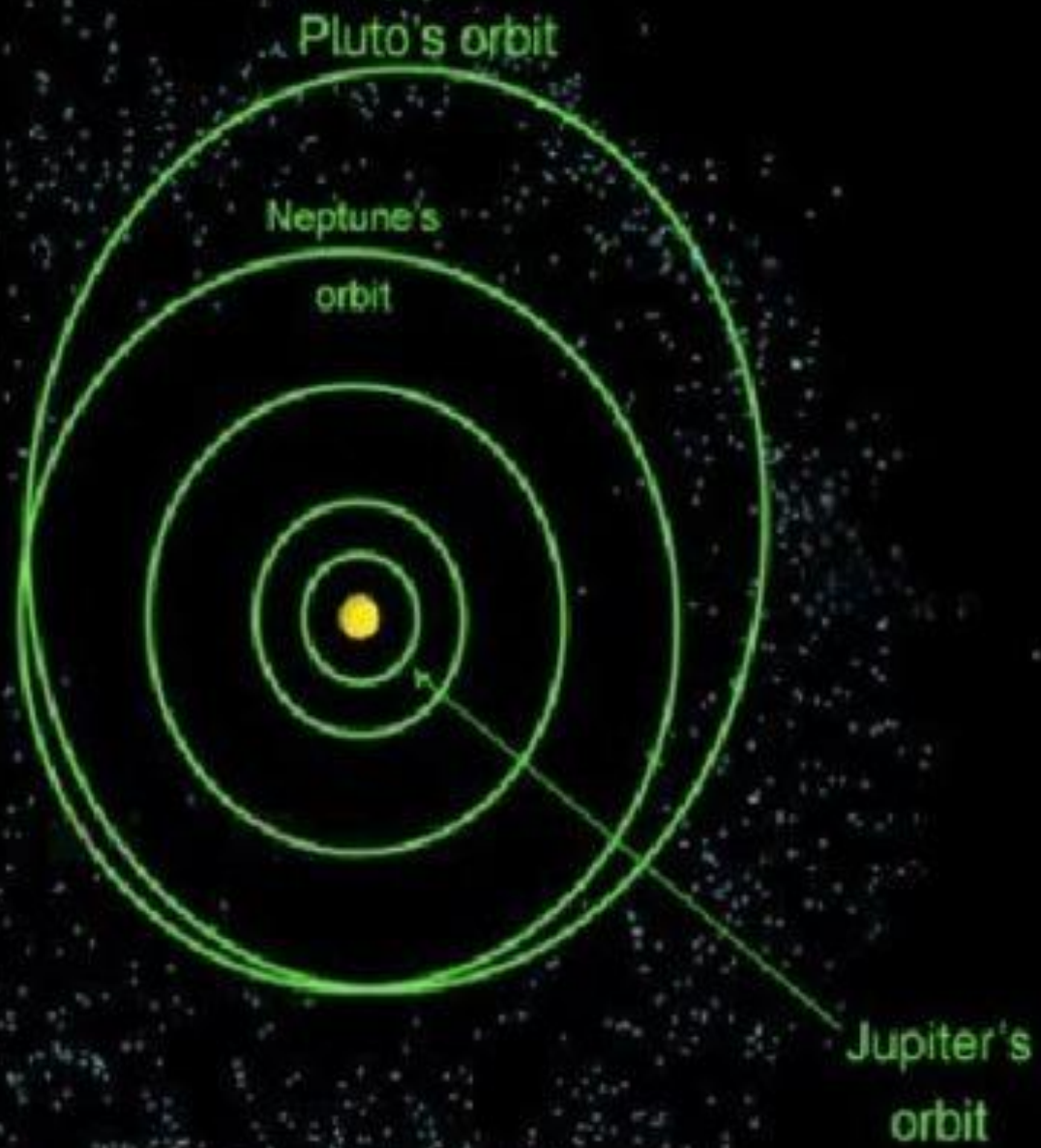
**Из-за того, что орбитальное вращение Урана и Нептуна отклонялось, появилась мысль о существовании девятой планеты в Солнечной системе.**

**Плутон был обнаружен 18 февраля 1930 года. Планета выглядела, как большая звезда в созвездии Близнецов.**

**На 70% Плутон состоит из горных пород, а 30% составляет лед, состоящий из метана, азота и вкраплений углеводородов.**

**Слой атмосферы на планете очень тонкий. Орбита Плутона во многих отношениях не похожа на орбиты других планет и пересекается с Нептуном.**

**Орбита этой карликовой планеты эллиптическая, вытянута довольно сильно.**



Плутон - один из самых маленьких объектов Солнечной системы, радиусом всего 1153 км, и один из самых больших в поясе Койпера. Период обращения по орбите вокруг Солнца составляет 90 613 суток (около 248 лет), а оборот вокруг своей оси занимает 6,4 земных суток.

Несколько десятилетий с момента открытия в 1930 году считался девятой планетой, пока в 2006 году астрономы не пришли к выводу, что его всё-таки стоит причислить к карликовым планетам в поясе Койпера.



# Спутники Плутона



**Спутников, сопровождающих Плутона, на данный момент известно пять:  
крупнейший из них Харон, другие Кербер, Никта, Стикс и Гидра, намного меньше.**

# Эрида



**Эрида** — самая массивная из карликовых планет Солнечной системы.

Ранее она была известна под названием Зена.

Она относится к транснептуновым объектам, плутоидам.

До 2006 года претендовала на статус десятой планеты.

Эрида долгое время считалась значительно крупнее Плутона, но, по последним данным, их размеры настолько близки, что нельзя с уверенностью утверждать, какой из этих объектов крупнее.

**Эрида - один из самых больших объектов пояса Койпера лишь ненамного превосходит Плутон – 1163 км.**

**Оборот вокруг Солнца занимает 205 029 сут (чуть больше, чем 561 год).**

**Обнаружившие её ученые в 2005 году изначально были уверены, что открыли 10 планету солнечной системы, но впоследствии она была признана карликовой планетой.**

**Снимок Эриды со спутником**



**Открытие этого небесного тела, можно сказать, положило начало новой эры для астрономии, поскольку именно факт её открытия положил начало многочисленным спорам о статусе Плутона.**



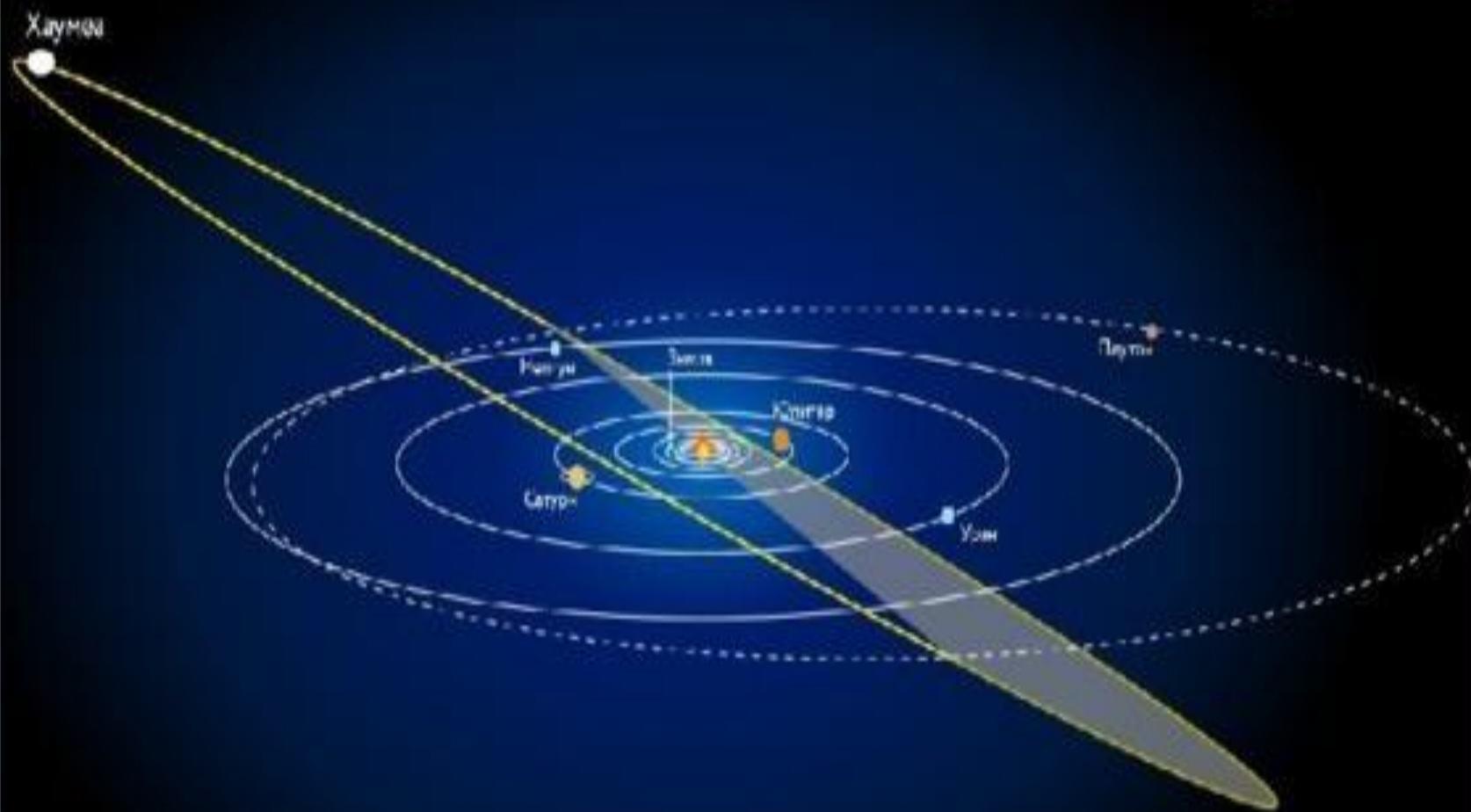
# *Хаумеа*

## *со спутниками*

**Самая быстро вращающаяся из всех планет, известных на сегодняшний день в нашей системе – один оборот вокруг собственной оси занимает всего 4 часа, в то же время как полный облёт Солнца занимает 102937 суток (почти 282 года). Один из самых маленьких объектов, средний радиус составляет всего 718 км, при этом, в отличие от остальных небесных тел, обладает неправильной, как бы сплюснутой, формой. При этом имеет 2 спутника – Хииака и Намака и систему колец.**

# Орбита карликовой планеты Хаумеа

РОССИЙСКИЙ  
ПЛАНЕТАРИЙ



# *Макемаке*

ВИД В ТЕЛЕСКОП  
Хаббл



**Размер четвертой по величине карликовой планеты до сих пор не известен точно. Предполагается, что средний радиус приблизительно равен 740 с точностью до 17 км.**

**Зато продолжительность года на ней удалось установить довольно точно — 111867 суток (что примерно равно 306 годам).**

**Спутников на её орбите не обнаружено.**

# Церера



Примечательна тем, что еще совсем недавно была в разряде астероидов и занимала среди них первое место по размеру.

Продолжительность года, по сравнению с другим удаленными карликовыми планетами — смехотворна, всего 4,6 года.

В сравнении с другими, ее диаметр не столь впечатляет и составляет  $975 \times 909$  км.

Период вращения вокруг оси имеет продолжительность около 0,3781 суток.

Спутники у **Цереры** не обнаружены.



**Основное различие между планетой и карликовой планетой является то, что вторая, своей гравитацией не может расчистить свою орбиту от других небесных тел.**



# МАЛЫЕ ТЕЛА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

астероиды

метеориты

кометы

метеоры

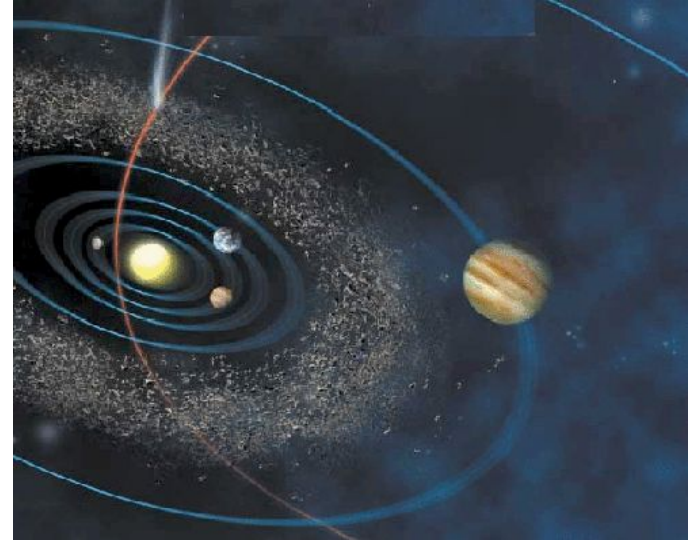


# Виды малых тел Солнечной системы:

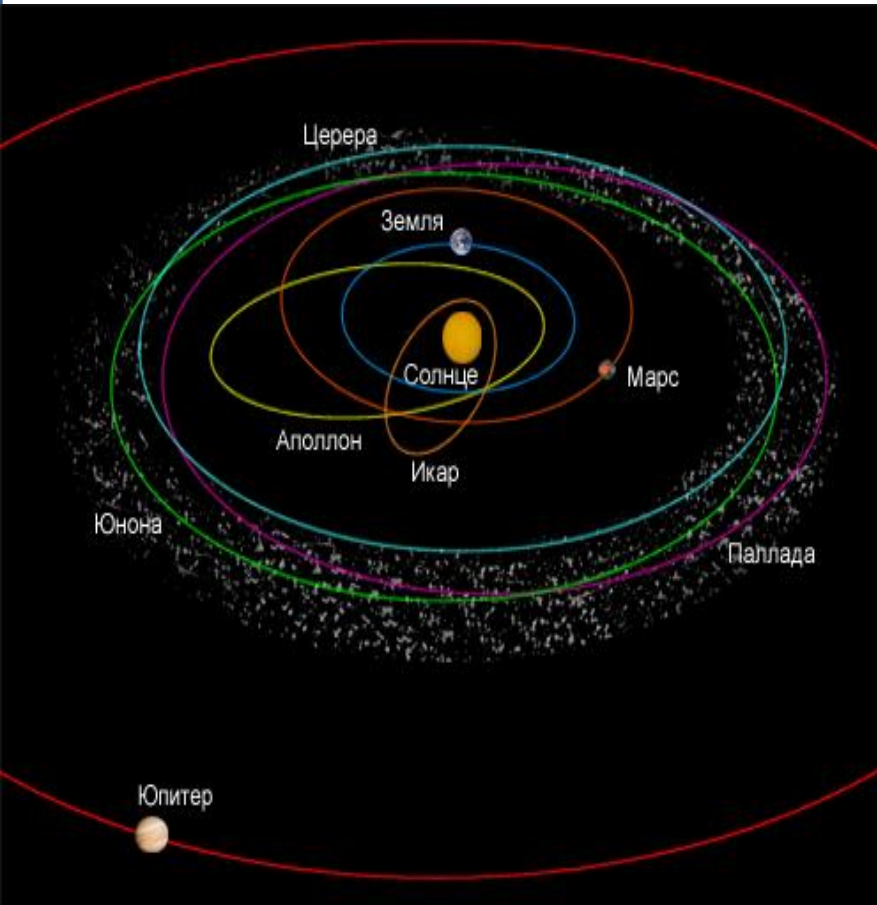
- Астероиды
- Кометы
- Метеоры
- Метеориты
- Болиды
- Межпланетная пыль
- Космический мусор

# АСТЕРОИДЫ

- **Правило Тициуса-Боде**  
 $r=0,3*2^n+ 0,4$  (а.е)
- В XIII веке астрономы искали планету, орбита которой проходит в пространстве между Марсом и Юпитером
- В начале XIX века итальянский астроном **Пиаци** открыл первую малую планету (астероид) **Цереру**.
- Был открыт пояс астероидов между орбитами Марса и Юпитера



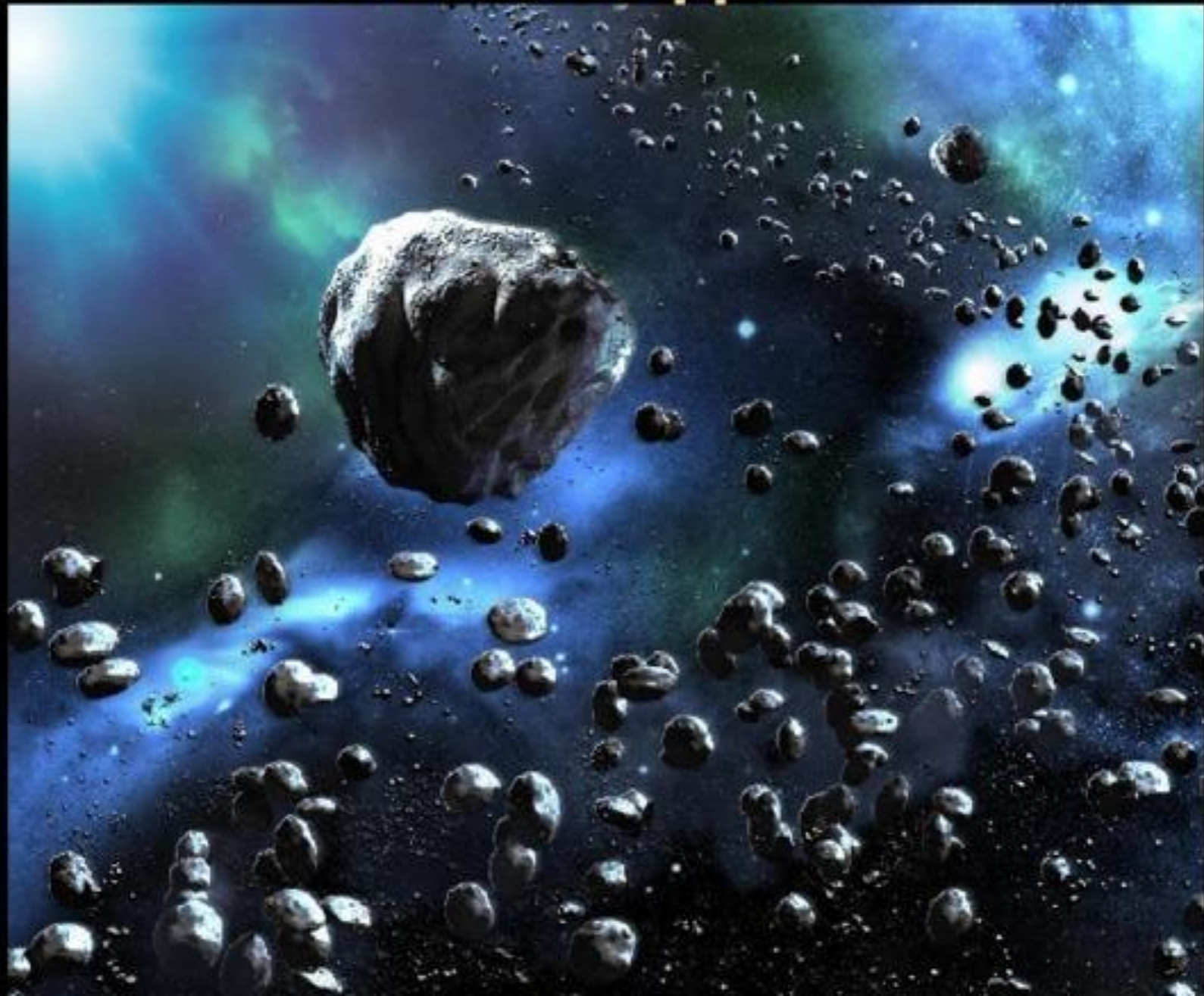
# Движение астероидов



- Астероиды движутся вокруг Солнца в ту же сторону, что и большие планеты.
- Их орбиты имеют большие эксцентриситеты.
- Одни из них в афелии удаляются за орбиту Сатурна, а в перигелии приближаются к Марсу и Земле.
- Гермес в 1937 году прошел от Земли на 580 000 км
- Икар каждые 19 лет сближается с Землёй (2007 г)

• У некоторых астероидов есть спутники

# АСТЕРОИДЫ



**Астероиды - небольшие небесные тела с размерами от нескольких метров до тысячи километров.**

**Вообще, между ними и метеорными телами нет четкого различия.**

**Многие ученые полагают, что большинство метеорных тел являются осколками астероидов.**

**Астероиды, как и метеориты, состоят из железа, никеля и различных каменных пород.**

**По составу они близки к планетам земной группы.**



**Свое название астероиды получили за сходство со звездами при наблюдении в телескоп.**

**Будучи крохотными, астероиды кажутся, как и звезды, точками.**

**Астероид значит "звездоподобный".**



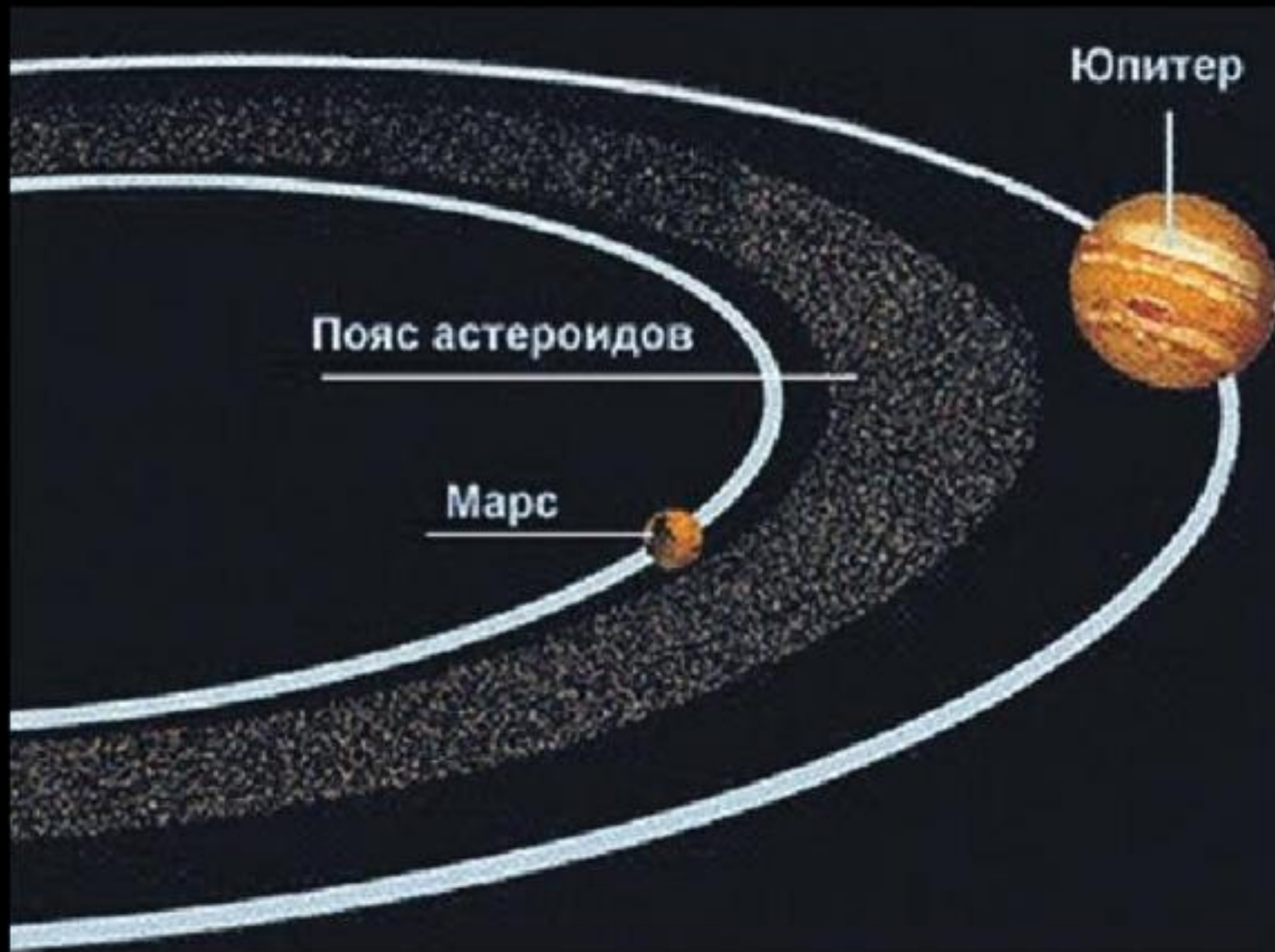
## Астероиды

**Большинство астероидов движутся в так называемом поясе астероидов между орбитами Марса и Юпитера. Юпитер контролирует их движения.**

**В результате этого, астероиды сталкиваются друг с другом, меняют свои орбиты.**

**Некоторые из них могут подходить ближе к Солнцу или, наоборот, забираться дальше от него, нежели большая часть малых планет.**






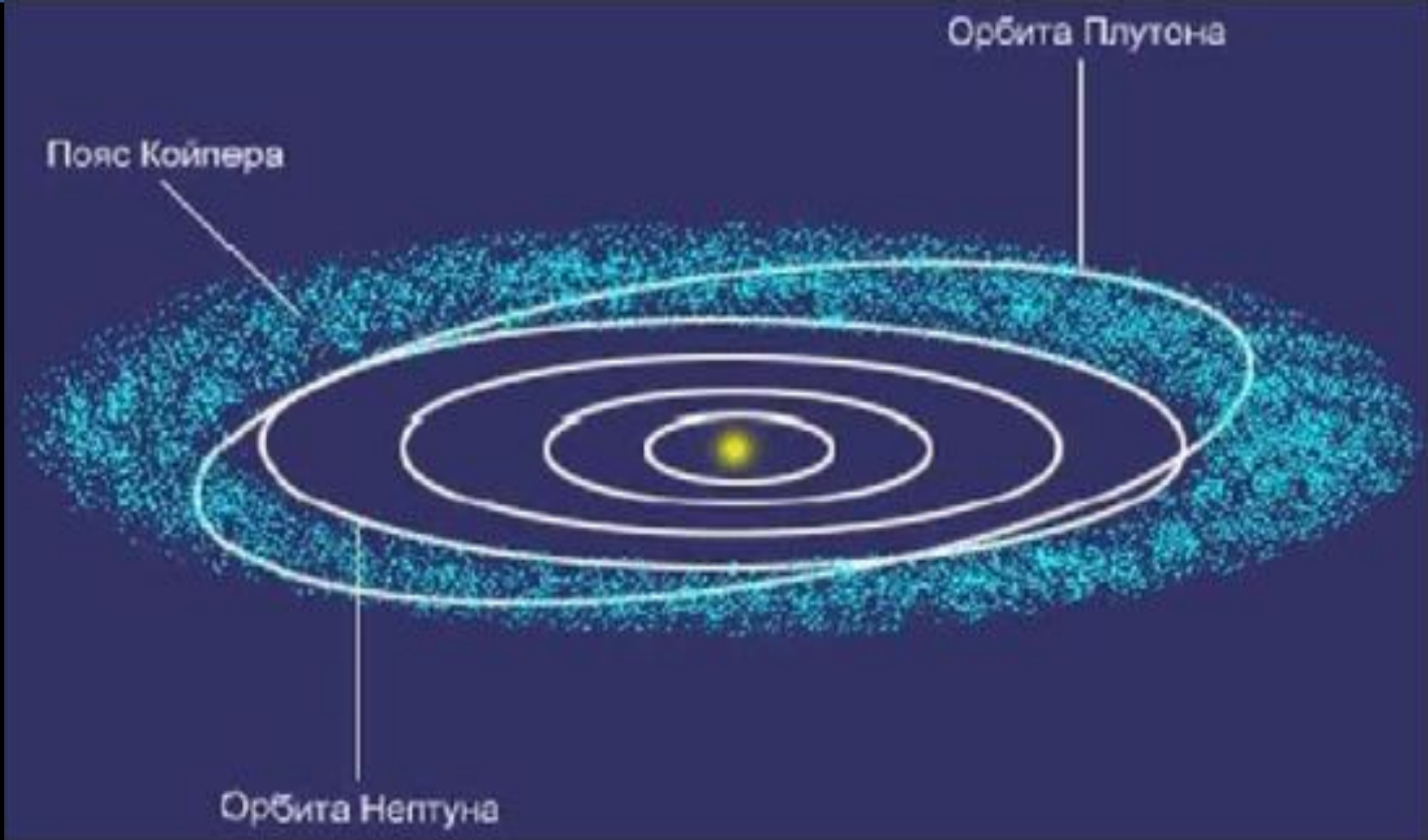


Существует версия, что на месте пояса астероидов между Марсом и Юпитером вращалась большая планета, которую принято называть Фэтон.

Приливные силы Юпитера или катастрофическое столкновение с большим небесным телом разорвали ее на отдельные маленькие куски, и они образовали пояс астероидов.



**Большинство же ученых думает, что никакой планеты не было, что Юпитер своим воздействием просто не дал собраться воедино множеству планетезималей - зародышам планет - в начале истории Солнечной системы. Как бы то ни было, а суммарная масса всех тел пояса астероидов не превышает массы Луны. Очень большой планеты из всех астероидов бы не вышло.**




**За орбитой Нептуна обнаружено несколько небесных тел с размерами 100-200 км.**

**Видимо, там тоже располагается пояс астероидов.**

**Он назван поясом Койпера.**

**Орбита Плутона проходит уже внутри этого пояса.**

A field of asteroids of various sizes against a dark, starry background. The asteroids are scattered across the frame, with a larger, more prominent one in the center. The background is a deep purple and blue, suggesting a distant or outer solar system environment.

**В Солнечной системе открыто и описано несколько сотен тысяч астероидов.**

**26 астероидов превышают 200 км в диаметре.**

**Из астероидов свыше 100 км предположительно известно 99%, от 10 до 100 км - примерно половина.**

**Астероидов размером около 1 км - порядка миллиона.**

**Общая масса известных астероидов меньше массы Луны.**



**Сейчас определены орбиты более 3000 астероидов.**

**Размеры астероидов вычисляют по их блеску.**

**Общая масса астероидов меньше 0,1 массы Луны.**

**Астероиды по составу каменные и металлические с примесями соединений углерода, азота, водорода и кислорода.**



**Крупнейший из астероидов - Церера (933 км в диаметре и 25% их общей массы).**

**Три следующих по величине - Паллада, Веста и Гигея - от 400 до 525 км, остальные - менее 340 км.**

**Единственные астероиды, у которых побывали космические аппараты - Ида (243-й) и Гаспра (951-й), сфотографированные зондом "Галилео" по пути к Юпитеру, а также Матильда (253-й) и Эрос (433-й).**



Матильда

Гаспра

Ида



**Астероиды классифицируют по спектру (а значит, и химическому составу) и альбедо (отражательной способности):**

**C-тип, свыше 75% известных астероидов. Крайне темные (отражают лишь 3% падающего света), похожи на углеродистые метеориты. Состав такой же, как у Солнца, за вычетом водорода, гелия и др. летучих веществ;**

**S-тип, около 17%: относительно яркие (альбедо 0,1 - 0,22), железо и никель в смеси с силикатами железа и магния;**

**M-тип, большинство остальных: яркие (альбедо 0,1 - 0,18), чистые никель и железо;**

По положению орбиты астероиды делят на

- ❖ **Главный пояс: между Марсом и Юпитером (2 -4 а. е. от Солнца), делится на подгруппы Унгарии, Флоры, Фоцеи, Коронис, Эос, Темы, Сибелии и Хильды - по названию главного астероида каждой группы.**
- ❖ **Околоземные - орбита приближается к земной (Аполлон, Амур и др.)**
- ❖ **"Троянцы": расположены вблизи орбиты Юпитера. Их порядка тысячи.**

**Некоторые астероиды пересекают орбиту Марса и заходят внутрь земной орбиты. Они называются астероидами группы Аполлона.**

**Представители группы могут встретиться с Землёй, но это маловероятно. Астероид Икар приближается к Земле каждые 19 лет (1949, 1968, 1987, 2006) на расстояние примерно 7 млн. км.**

**Энергия движения этого астероида равна примерно энергии одной термоядерной бомбы.**

**Время от времени близко подходят к Земле Гермес, Эрот.**

**При встрече Земли с астероидом диаметром 1 км выделится энергия эквивалентная взрыву миллионов атомных бомб.**

**Выброс пыли в атмосферу приведёт к образованию сплошной облачности, поверхность Земли будет получать меньше солнечной энергии. Снижение температуры может дать начало новому ледниковому периоду.**

# Опасные астероиды

Иногда астероиды (или другие космические объекты) врезаются в Землю, оставляя кратеры на материках, попадают в океан или взрываются в атмосфере.

Ученые называют такое событие столкновением с Землей.

Большинство астероидов обычно небольшие и не вызывают никаких проблем.

Но время от времени происходят катастрофические падения.



**Многими учеными считается, например, что причиной резкого изменения климата, повлекшего вымирание динозавров 65 млн. лет назад, послужил астероид, врезавшийся в Землю.**


**Астероид Апофис, названный так в честь древнеегипетского бога мрака, сравнительно недалеко от Земли пролетел 22 декабря 2012 года.**

**Сегодня для всех крупных астероидов, о которых мы знаем, лучшее, что мы можем сделать - это определить вероятность столкновения с Землей и оценить сумму возможного ущерба для планеты от этого столкновения.**

**Для оценки опасности объекта была придумана так называемая Туринская Шкала или шкала Торино — таблица, показывающая степень опасности, исходящую от определённого небесного объекта.**

**Для спасения нашей цивилизации создан международный фонд «Космическая стража», разработана программа поисков опасных астероидов, комет и вычисления их орбит.**

**Учёные обнаруживают опасные астероиды, те которые могут столкнуться с Землёй, разрабатывают методы изменения их орбит или уничтожения.**



**В ближайшие годы Земле, по мнению ученых, не грозят масштабные катастрофы, однако, уже в 2029 г. возможно очередное столкновение с опасным астероидом.**

**Надеемся, что к тому времени прогресс науки и техники не позволит случиться столкновению.**

# КОМЕТЫ

*Кометы* – самые эффектные, быстро эволюционирующие небесные тела Солнечной системы.

В переводе с греческого комета обозначает «длинноволосая».

Орбиты комет – сильно вытянутые эллипсы.

От степени вытянутости эллипса зависит период обращения кометы вокруг Солнца.

Кометы, известные по их предыдущим появлениям, называют *периодическими* (их примерно 330), например, комета Галлея – 75,5 лет, комета Энке – 3,3 года. Они принадлежат *кометному Облаку Оорта*.





**Комета - небольшое небесное тело, движущееся в межпланетном пространстве и обильно выделяющее газ при сближении с Солнцем.**

**Кометы – это остатки формирования Солнечной системы, переходная ступень к межзвездному веществу.**

# Строение кометы



# Кометы – «хвостатые» звёзды



## Основные части кометы:

- голова
- ядро
- хвост
- Ядра комет по размерам близки к небольшим астероидам
- Диаметр головы достигает сотен тысяч километров, а хвосты простираются на десятки и сотни миллионов км

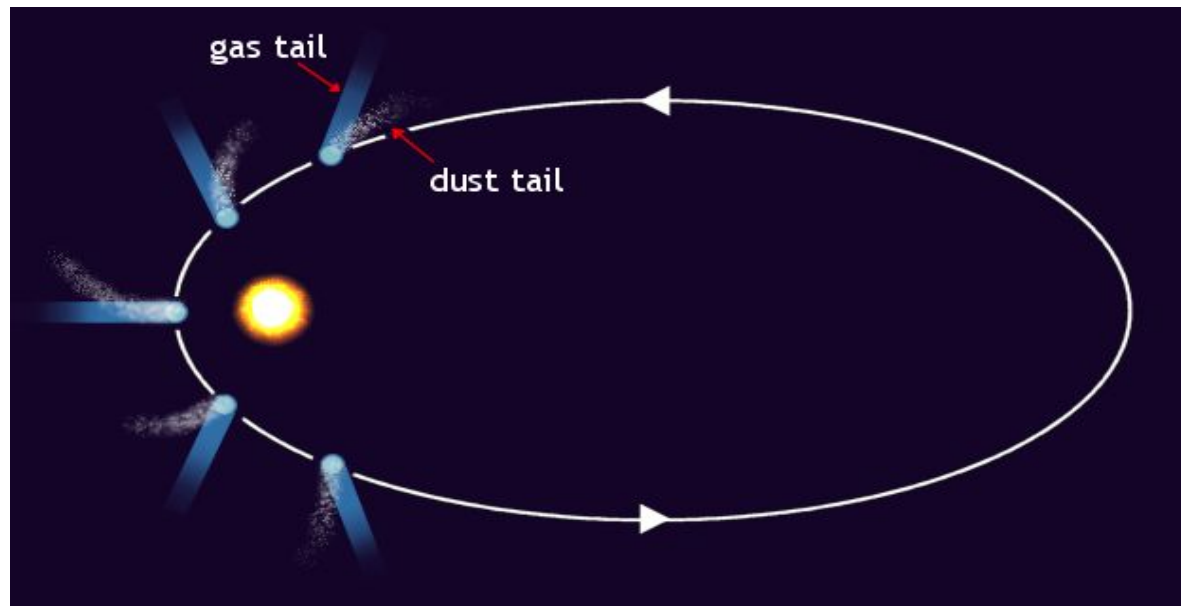
# Природа комет

- **Массы комет до 0,0001 массы Земли**
- **Ядро состоит из смеси замёрших газов (аммиак, метан, углекислый газ, азот, циан)**
- **При приближении кометы к Солнцу ядро прогревается , и из него выделяются газы и пыль, которые окутывают ядро и образуют голову и хвост кометы**



# ХВОСТЫ КОМЕТ

- Чем ближе комета подходит к Солнцу, тем больше прогревается её ядро, а следовательно, возрастает выделение газов и пыли, но одновременно усиливается и световое давление на неё. Поэтому хвост увеличивается и становится всё более заметным.
- В основном, хвост кометы направлен от Солнца



Кометы имеют голову – *ядро*, состоящее из водяного, метанового, аммиачного льда, углекислого газа, тугоплавких частиц металлов и силикатов. Диаметр ядра 1 – 20 км. Исследуя ядра комет астрономы получают возможность изучить вещество из которого 4,5 млрд. лет назад сформировалась Земля и другие планеты. Ядро кометы окружено искрящимся *гало-комой*. Кома может простираться от ядра на 100000 км и более.

*Хвост* кометы тянется на миллионы километров. Комету окружает невидимое с Земли водородное облако размером с Солнце или даже больше его. Когда комета далеко от Солнца у неё есть только ядро. Приближаясь к Солнцу ядро, нагревается и интенсивно сублимирует. У кометы появляется *хвост* длиной до 150 млн. км (1 а. е.), который возникает под действием *давления солнечного света* и *солнечного ветра*. Форма кометных хвостов зависит от соотношения силы гравитации Солнца и силы давления его света на частицы хвоста.

Хвост кометы всегда направлен от Солнца. При движении к Солнцу от кометы остаются силикатные пылинки, которые продолжают движение по орбите и превращаются в *метеорные потоки*. Когда Земля пересекает орбиту такого метеорного потока, наблюдается *звёздный дождь*, в это время на небе можно увидеть тысячи метеоров.



**Кометы то приближаются, то удаляются от Солнца.  
Именно в тот момент, когда комета максимально приближена к Солнцу, у нее появляется газовый хвост.  
Направление хвоста всегда одинаково – от Солнца.  
Под действием Солнечного тепла многие кометы разрушаются, а частички их пыли рассеиваются в космическом пространстве.**

# Орбиты комет

- Орбиты большинства комет – сильно вытянутые эллипсы
- Короткопериодические ( $T \leq 10$  лет)  
    комета Энке (3,3 года)
- Долгопериодические ( $T \geq 10$  лет)  
    комета Галлея (76 лет)





С древних времён появление кометы на небосклоне вызывало среди людей панику и ужас. Они считались предвестниками грядущих бедствий. Императоры отменяли военные походы и дипломатические поездки, папы римские издавали специальные указы, чеканили монеты с охранными надписями.

В 1910 г., когда ожидалось очередное прохождение кометы Галлея вблизи Солнца в Испании, Австрии, Германии началась паника, и все ждали конца света.



Плотность вещества в голове (кроме её центральной части) и хвосте очень мала. Если Земля пройдёт через хвост кометы, это не будет угрозой для её биосферы.

В случае столкновения Земли с ядром кометы произойдёт локальная катастрофа, масштабы которой зависят от размеров ядра.

Существует гипотеза, что Тунгусская катастрофа 1908 г. была вызвана падением на Землю кометы диаметром ядра 500 м.

Падение сопровождалось выделением большого количества энергии примерно  $10^{17}$  Дж: огненный шар, громовые раскаты, воздушная волна дважды обогнула Земной шар.

# МЕТЕОРЫ И МЕТЕОРИТЫ



# Метеоры – «падающие» звёзды



- **Метеор** – это явление вспышки небольшого космического тела, вторгшегося со скоростью 11 – 73 км/с в земную атмосферу.
- Высота возгорания 80 – 120 км.
- **Болид** – яркий метеор, часто имеет вид огненных шаров со светящимися хвостами



# Метеорные потоки

- Ежегодно в одни и те же ночи можно наблюдать особенно много метеоров.
- **Радиант** – небольшой участок неба, из которого как бы вылетают метеоры.
- **Метеорные потоки** наблюдаются тогда, когда Земля встречается с роем метеорных тел.
- Метеорные потоки получают названия по имени созвездия, в котором расположен их радиант, например, Персеиды, Дракониды, Леониды и т.д.





**Метеор** - яркая полоса света в небе ("падающая звезда") произведенная входом маленького метеороида в атмосферу Земли.

**Метеориты** - частицы солнечной системы, которые упали на Землю. Чаще они происходят от астероидов; некоторые, вероятно, происходят от комет. Некоторые полагают, что метеоры могут иметь лунное или марсианское происхождение.

# Метеориты



- Метеориты - обломки астероидов, выпавшие на Землю;
- При движении обломков в земной атмосфере возникает мощная ударная волна, в которой температура достигает сотен тысяч кельвинов;
- Крупные метеориты на месте падения образуют кратеры

# Метеориты

## каменные

Содержат кислород и кремний, много магния, а также углеводороды



## железные

Состоят в основном из железа (91%) и никеля (8,5%)



## железно-каменные

Есть кислород и кремний, а также железо и никель



# Аризонский метеорит

- Диаметр кратера 1200м
- Масса образовавшего его метеорита оценивается в 200000т





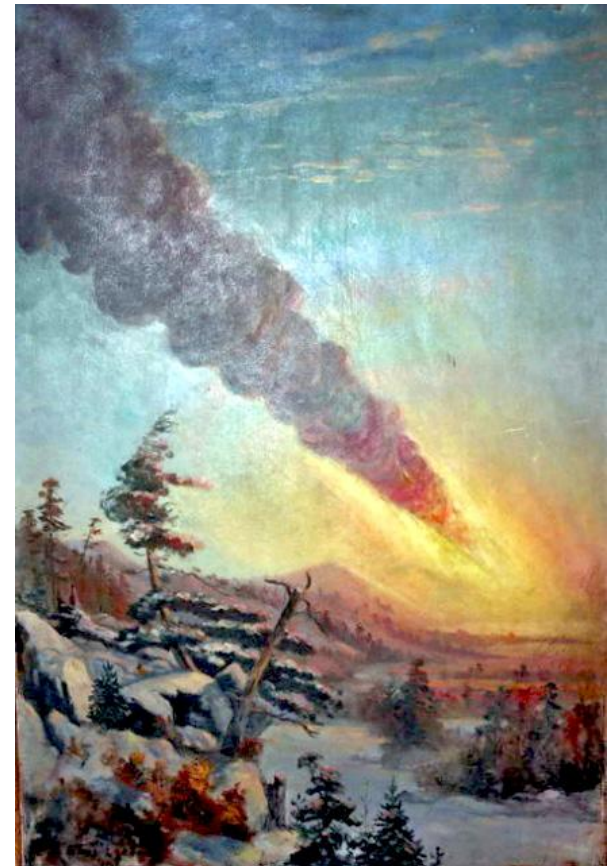
# Тунгусский метеорит



- 30 июня 1908 год.
- Взрыв, которым  
завершился полёт  
космического тела, повалил  
лес на площади 2000 кв.м.
- Вызвал лесной пожар,  
оптические, акустические и  
сейсмические явления.
- Взрывная волна обогнула  
земной шар.

# Сихотэ-Алинский метеорит

- **12 февраля 1947 год**  
**в виде множества**  
**железных осколков**  
**(метеоритный дождь)**  
**упал Сихотэ-Алинский**  
**метеорит.**
- **Удалось собрать**  
**десятки тонн**  
**метеоритного вещества.**





**Очень большое количество метеороидов входит в атмосферу Земли каждый день, составляя больше чем сотню тонн материала.**

**Но они - почти все очень маленькие, только несколько миллиграммов каждый.**

**Только самые большие когда-либо достигают поверхности, чтобы стать метеоритами.**

**Самый большой найденный метеорит (Ноба, в Намибии) весит 60 тонн.**



**Кратер Вредефорт – наибольший и самый старый из известных метеоритных кратеров, расположен в Южной Африке**



**Метеорит известный как ALH84001.**

**Некоторые верят, что это метеорит с Марса - свидетель процессов ранней жизни Марса.**

**Кроме немногих килограммов лунных камней, доставленных советскими аппаратами типа "Луна" и Аполлоном, метеориты - наше единственное материальное свидетельство о Вселенной вне Земли.**

## Словарь:

**Астероид** – относительно небольшое небесное тело Солнечной системы, которое движется по орбите вокруг Солнца подобно планетам, но уступает им по массе и размерам. Часто имеет неправильную форму, лишён атмосферы.

Термин «астероид» (подобный звезде) введён У.Гершелем.

**Карликовая планета** – небесное тело, которое обращается вокруг Солнца, имеет достаточную массу, чтобы стать почти круглой, но не может расчистить свой орбитальный путь от других объектов.

В настоящее время карликовыми официально признаны пять планет: крупнейший из астероидов - **Церера, Эрида, Плутон, Макемаке, Хаумеа.**

**□ Кометы** – малые тела Солнечной системы, состоящие из льда и космической пыли. Обращаясь по вытянутым орбитам, периодически приближаются к Солнцу, при этом у них образуется газовый хвост, исчезающий при удалении от Солнца.

**□ Метеороиды** (метеорные тела) – небольшие небесные объекты (гораздо меньше астероидов) в пространстве Солнечной системы.

**□ Метеор** – явление, вызываемое торможением влетающего на огромной скорости в атмосферу Земли метеороида, представляющее собой яркий светящийся след раскалённого тела полностью разрушившегося, не долетев до поверхности Земли («падающая звезда»).

**□Болид** – очень яркий метеор. Имеет вид огненного шара, который оставляет за собой след. Может сопровождаться звуковыми явлениями и наблюдаться не только ночью, но даже днём.

**□Метеориты** – так называемые небесные камни, которые представляют собой остатки крупных метеороидов, достигающих Земли.