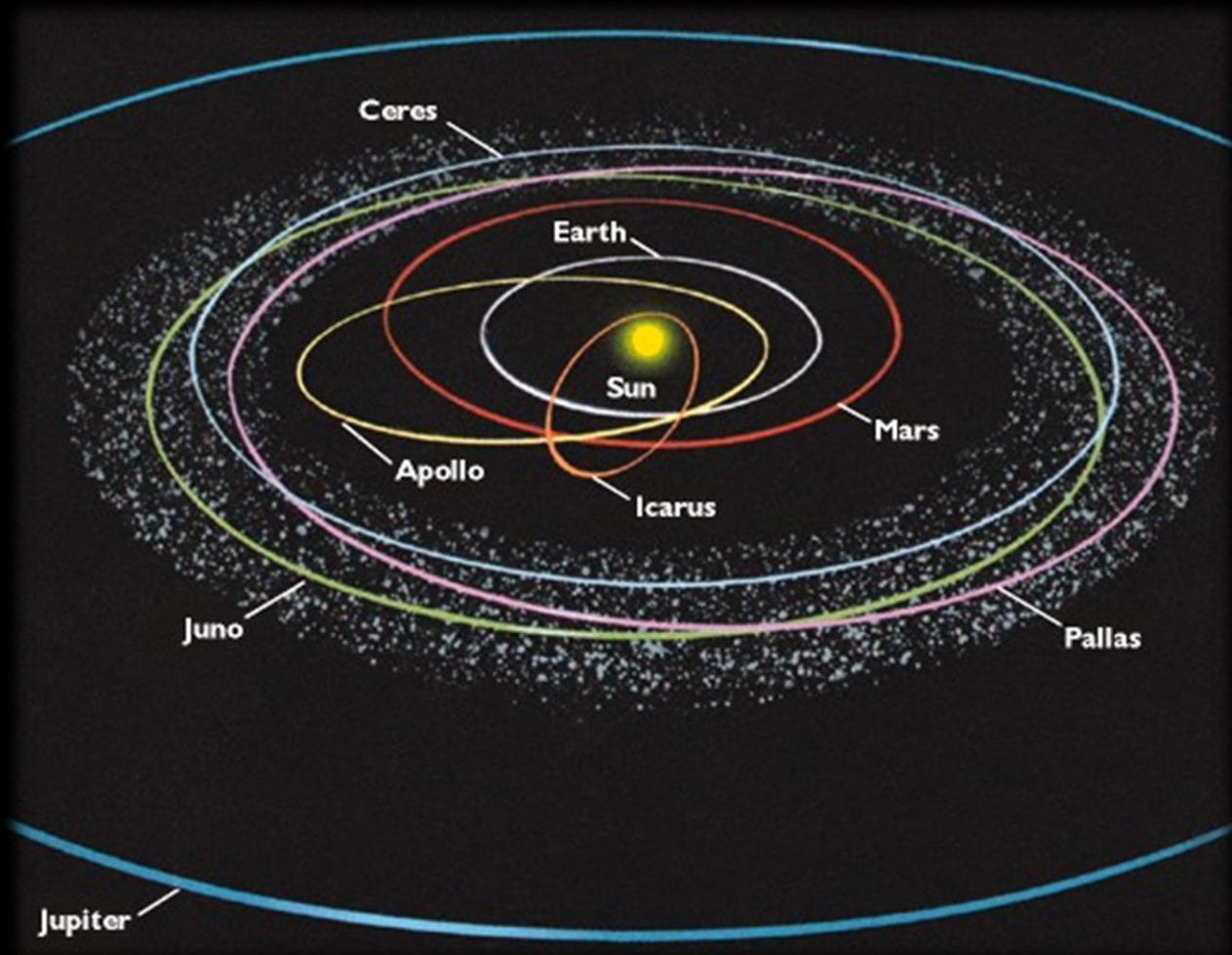


Малые тела Солнечной системы

Автор Стельникова Л.В.

ПЛАН ПРЕЗЕНТАЦИИ



1. Общие сведения
2. Астероиды
3. Метеориты
4. Кометы
5. Метеоры

Астероиды

Малая планета или относительно небольшое небесное тело Солнечной системы, движущееся по орбите вокруг Солнца.

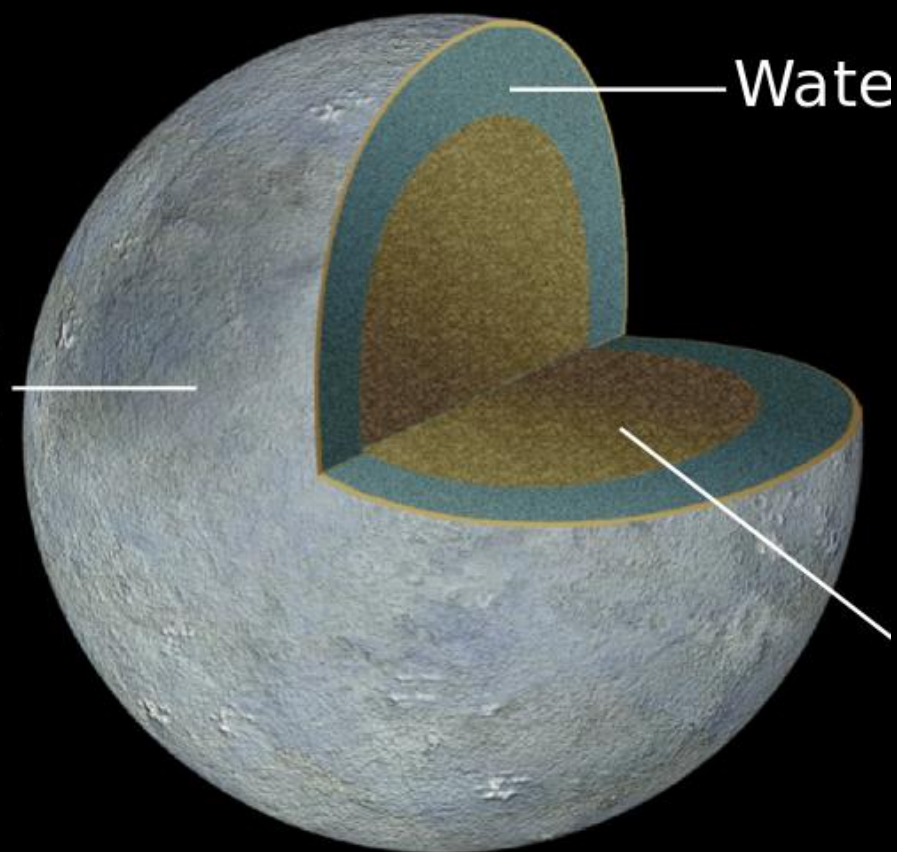
Астероиды значительно уступают по массе и размерам планетам, имеют неправильную форму и не имеют атмосферы, хотя при этом и у них могут быть спутники.

<https://dekatop.com/archives/9772>

[Таблица](#)

Открытие Астероидов

- В начале 19 века итальянский астроном Пиацци (1746-1826) случайно открыл первую малую планету (астероид).
- Она была названа Церерой

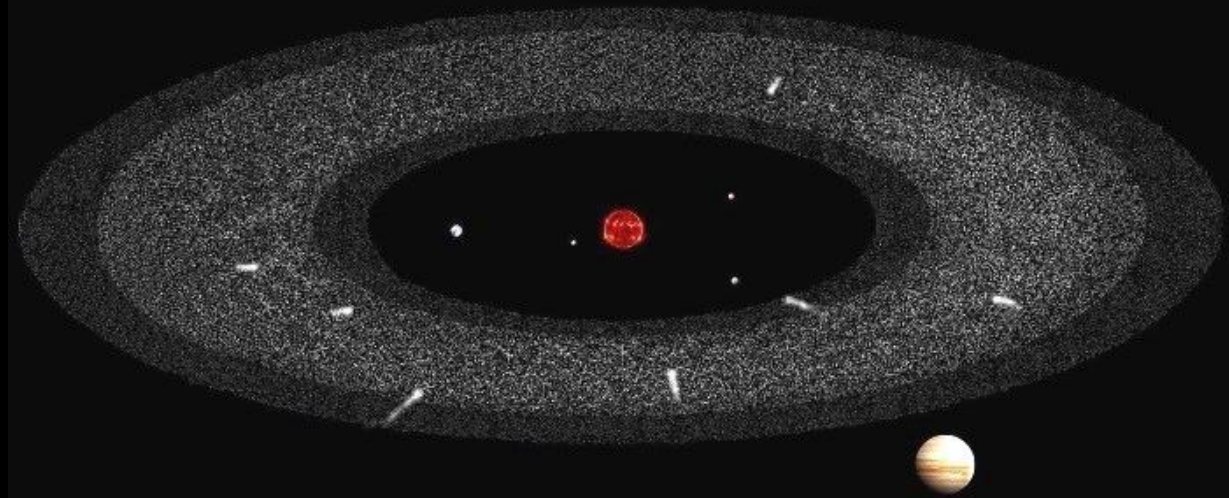


Крупнейшие из известных транснептуновых объектов (ТНО)

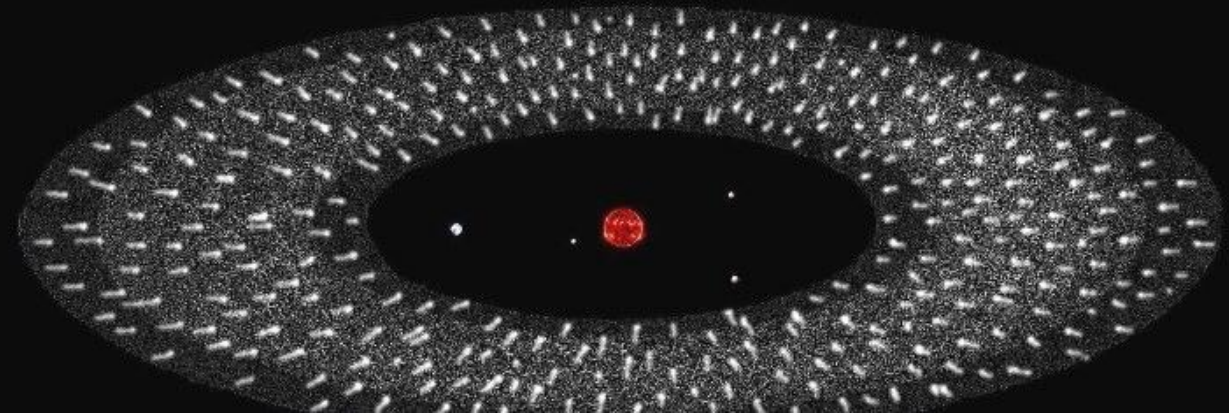


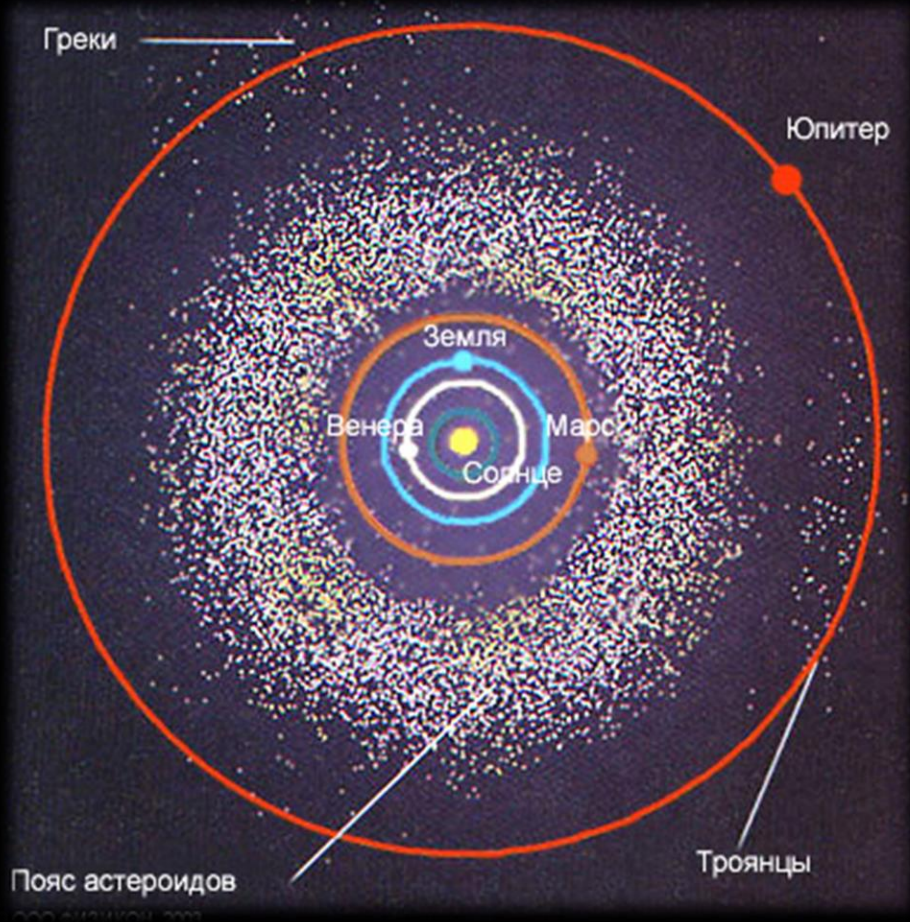
Главный пояс астероидов.
Между орбитами Марса и Юпитера
Пояс Койпера.
За орбитами Нептуна и Плутона.

Current Main Belt
New Paradigm

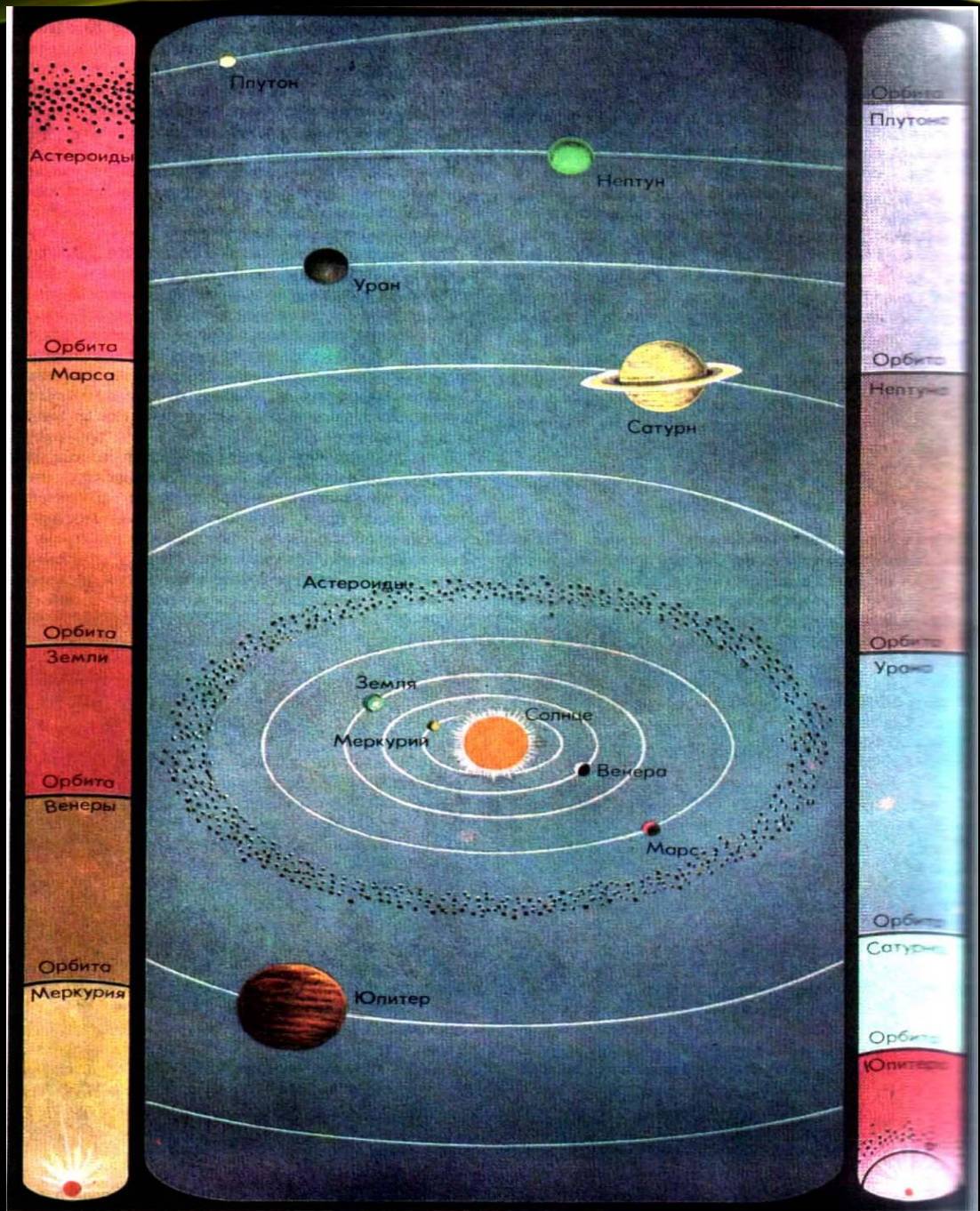


Ancient Main Belt
New Paradigm





ГЛАВНЫЙ



ПОЯСА АСТЕРОИДОВ

Физические характеристики астероидов

Самые крупные астероиды: Церера ($D=1000\text{км}$)

Форма всех астероидов: Бесформенные глыбы.

Из всех астероидов получилась бы планета $D=1500\text{км}$

У отдельных астероидов есть спутники



Церера

Ceres
946 km



Vesta
525.4 km



Pallas
512 km



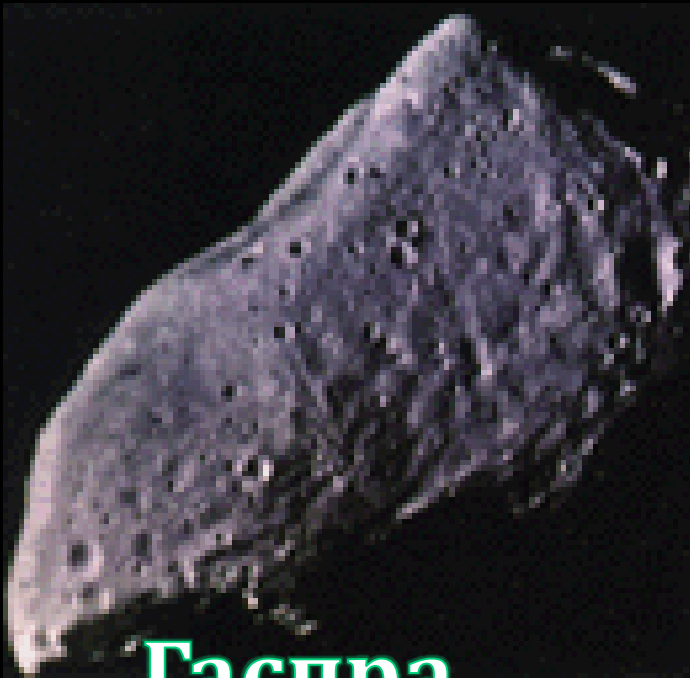
Hygiea
430 km

Юнона

Веста Паллада

Состав и строение

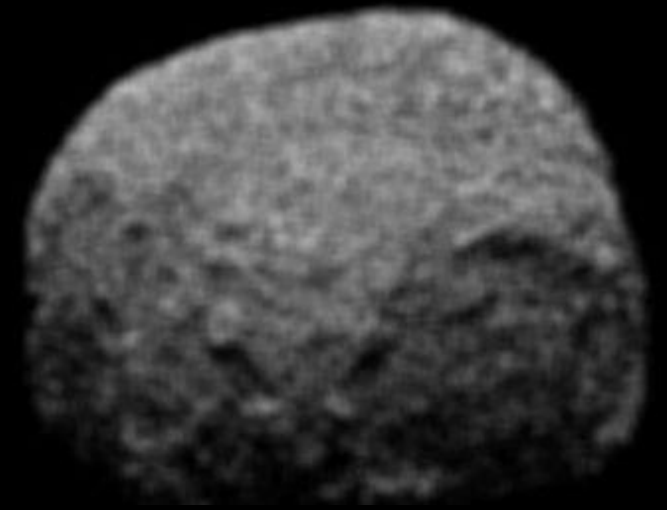
- Несколько десятков км. Малая масса.
- Fe, Ni, Mg, а также более сложные органические вещества, основанные на углероде.



Гаспра



Ида большая



Протеус

Метеориты

Метеорит — тело космического происхождения, упавшее на поверхность крупного небесного объекта



5 самых крупных метеоритов, падавших на Землю

<https://www.factroom.ru/facts/36873>





1. Тунгусский метеорит

- После этого в течение ещё нескольких дней небо и облака в этом районе светились, в том числе и ночью.
- 17 июня 1908-го года в семь часов по местному времени в районе реки Подкаменной Тунгуски произошёл воздушный взрыв мощностью порядка 50-ти мегатонн — такая мощность соответствует взрыву водородной бомбы.
- Взрыв и последовавшая затем взрывная волна были зафиксированы обсерваториями во всём мире, огромные деревья на территории 2000 км² от предполагаемого эпицентра оказались выворочены с корнем, а в домах жителей не осталось ни одного целого стекла.



1. Тунгусский метеорит

- До сих пор точно неизвестно, что послужило причиной взрыва: официальной гипотезы не существует, но метеоритная природа явления всё же кажется наиболее вероятной.
- Местные жители рассказывали, что незадолго до взрыва видели летящий по небу огромный огненный шар. К сожалению, учитывая год происшествия, ни одной фотографии шара не было сделано.
- Ни одной из многочисленных исследовательских экспедиций не было обнаружено какого-либо небесного тела, могущего послужить основой для шара. При этом первая экспедиция прибыла в район Тунгуски спустя 19 лет после описываемого события — в 1927-м году.

2. МЕТЕОРИТ ЦАРЁВ

- В декабре 1922-го года жители Астраханской губернии смогли наблюдать падение камня с неба: очевидцы говорили, что огненный шар имел огромные размеры и издавал в полёте оглушительный шум.
- После раздался взрыв, а с неба (опять же по свидетельствам очевидцев) пошёл дождь из камней — на следующий день жившие в том районе земледельцы нашли на своих полях обломки камней странной формы и вида.
- Общий вес найденных обломков оценивается в 1225 кг, при этом падение столь крупного небесного тела существенного урона не нанесло.





Кометы

План урока

1. Вступление.
2. Исторические факты
3. Исследования комет.
4. Природа комет, их рождение, жизнь и смерть.
5. Строение, состав кометы.

Вопросы к уроку

1. Для чего надо изучать кометы?
2. Где живут и рождаются кометы?
3. Как устроена комета?
4. Каков состав кометы?

- Кометы являются одними из самых эффектных тел в Солнечной системе. Это своеобразные космические айсберги, состоящие из замороженных газов сложного химического состава, водяного льда и тугоплавкого минерального вещества в виде пыли и более крупных фрагментов.
- Ежегодно открывают 5-7 новых комет и довольно часто один раз в 2-3 года вблизи Земли и Солнца проходит яркая комета с большим хвостом.
- Кометы интересуют не только астрономов, но и многих других учёных: физиков, химиков, биологов, историков....
- Кометы “подказали” учёным о существовании солнечного ветра, имеется гипотеза о том, что кометы являются причиной возникновения жизни на земле, они могут дать ценную информацию о возникновении галактик...

Исторические факты

- Когда же люди впервые задумались о ярких хвостатых “звёздах” на ночном небе? Первое письменное упоминание о появлении кометы датируется 2296 годом до нашей эры.
- Древние люди панически боялись комет, предписывая им многие земные катаклизмы и несчастья: мор, голод, стихийные бедствия...
- Комет боялись потому, что не могли найти достаточно понятного и логичного объяснения этому явлению. Отсюда появляются многочисленные мифы о кометах.



Исследования комет

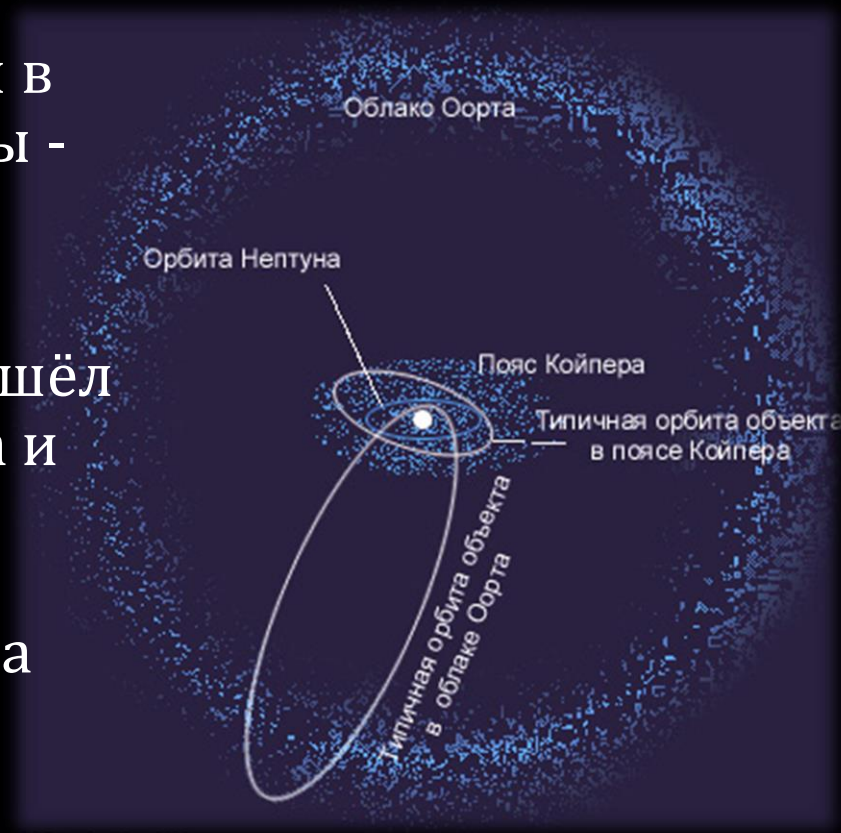
- Наибольший вклад в изучение истинной природы комет был сделан Эдмондом Галлеем.
- Главным его открытием было установление периодичности появления одной и той же кометы: в 1531 г., в 1607 г., в 1682 г. ...
- В своём каталоге Галлей обнаружил, что три кометы очень похожи по своим характеристикам, из чего он сделал вывод, что это не три разные кометы, а периодические появления одной и той же кометы. Период её появления оказался равным 75,5 лет. Впоследствии она была названа кометой Галлея



Природа комет

Гипотеза №1

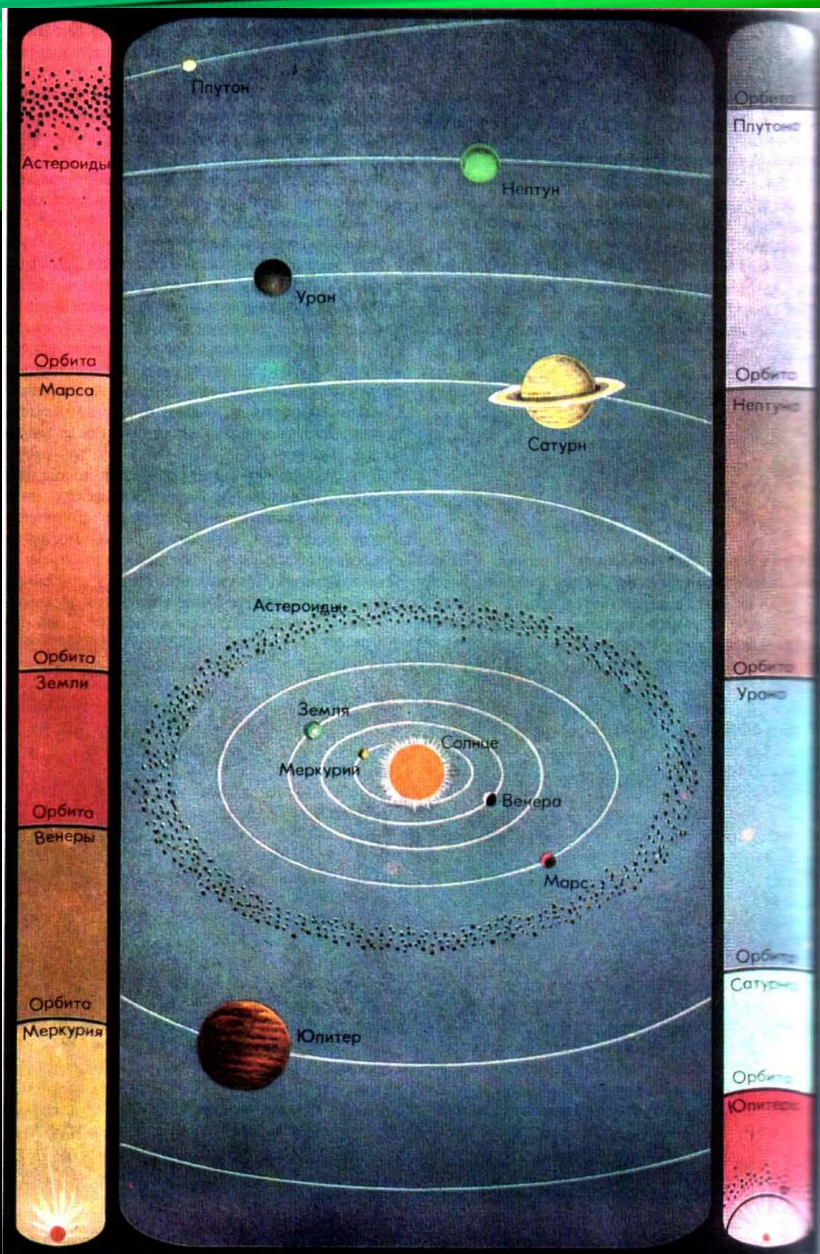
- Откуда же приходят к нам “хвостатые звёзды”? До сих пор об источниках комет ведутся оживлённые дискуссии, но единое решение ещё не выработано.
- В 50-е годы голландский астроном Я. Оорт предложил гипотезу о существовании кометного облака на расстоянии 150 000 а. е. от Солнца, образовавшегося в результате взрыва 10-й планеты Солнечной системы - Фэтона, некогда существовавшей между орбитами Марса и Юпитера.
- По мнению академика В. Г. Фесенкова взрыв произошёл в результате слишком сильного сближения Фэтона и Юпитера, так как при таком сближении, вследствие действия колоссальных приливных сил, возник сильный внутренний перегрев Фэтона. Сила взрыва была огромна.



- Ван Фланделна, изучившего распределение элементов 60 долгопериодических комет и пришедшего к выводу, что 5 миллионов лет назад между орбитами Юпитера и Марса взорвалась планета массой в 90 земных масс (сравнимая по массе с Сатурном).
- В результате такого взрыва большая часть вещества в виде ядер комет (обломков ледяной коры), астероидов и метеоритов покинула пределы Солнечной системы, часть задержалась на её периферии в виде облака Оорта, часть вещества осталась на прежней орбите Фазтона, где она и сейчас циркулирует в виде астероидов, кометных ядер и метеоритов.

Природа комет. Гипотеза №2

- В настоящее время общепринятой считается гипотеза гравитационной конденсации всех тел Солнечной системы из первичного газово-пылевого облака, имевшего сходный с солнечным химический состав. В холодной зоне облака сконденсировались планеты-гиганты: Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун.
- Они вобрали в себя наиболее обильные элементы протопланетного облака, в результате чего их массы возросли настолько, что они стали захватывать не только твёрдые частицы, но и газы.
- В этой же холодной зоне образовались и ледяные ядра комет, которые частично пошли на формирование планет-гигантов, а частично, по мере роста масс этих планет, стали отбрасываться ими на периферию Солнечной системы, где и образовали “резервуар” комет - **облако Оорта**.



Облако Оорта

- Облако Оорта реально существует и является достаточно устойчивым: период его полураспада составляет около одного миллиарда лет. При этом облако постоянно пополняется из разных источников, поэтому оно не перестаёт существовать.
- Ф. Уипл полагает, что в Солнечной системе помимо облака Оорта существует и более близкая область, густо населённая кометами. Она располагается за орбитой Нептуна, содержит около 10 комет и именно она вызывает те заметные возмущения в движении Нептуна, которые раньше приписывались Плутону, так как имеет массу на два порядка большую, чем масса Плутона.

Молодые и старые кометы

- Обычно “молодыми” называются кометы, имеющие большие полуоси орбит, так как предполагается, что они впервые проникают во внутренние области Солнечной системы.
- “Старые” кометы - это кометы с коротким периодом обращения вокруг Солнца, многократно проходившие свой перигелий.
- У “старых” комет на поверхности образуется тугоплавкий экран, так как при повторных возвращениях к Солнцу поверхностный лед, подтаивая, “загрязняется”. Этот экран хорошо защищает находящийся под ним лёд от воздействия солнечного света.



Строение и состав комет



Строение комет



1. **Кома** - туманная атмосфера, окружающая фотометрическое ядро.
2. **Голова** – это кома вместе с ядром кометы, это газовая оболочка, которая образуется в результате прогрева ядра при приближении к Солнцу.
3. **Хвост** - с приближением к Солнцу голова кометы удлиняется и в противоположной от Солнца стороне из неё развивается хвост, состоящий из газа и пыли, входящих в состав головы.

Ядро кометы

- **Ядро** - самая главная часть кометы.
- **Состав ядра** - конгломерат из тугоплавких каменных частиц и замороженной летучей компоненты (метана, углекислого газа, воды и др.).
- В таком ядре ледяные слои из замороженных газов чередуются с пылевыми слоями.
- По мере прогрева газы, испаряясь, увлекают за собой облака пыли. Это позволяет объяснить образование газовых и пылевых хвостов у комет, а также способность небольших ядер к газовой выделению.

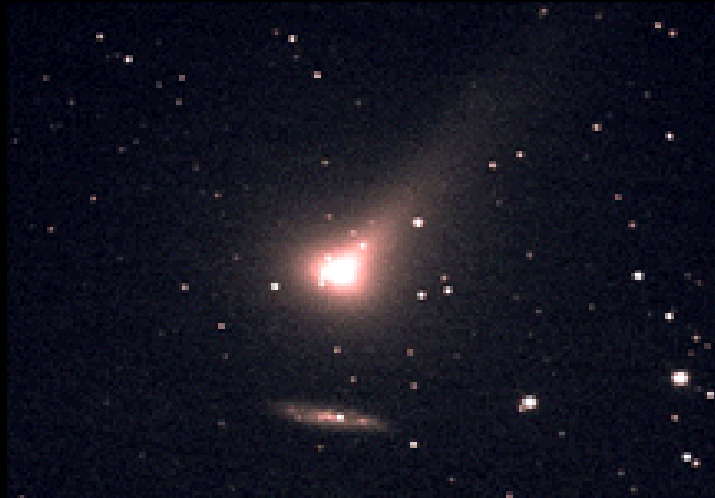
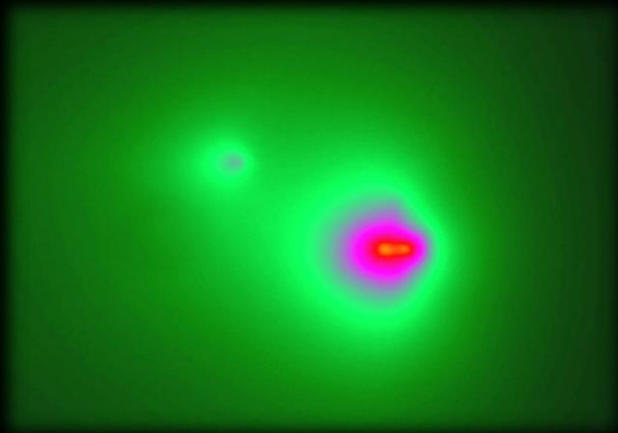


Ядро кометы

- Массы ядер комет в настоящее время определяются крайне неуверенно, поэтому можно говорить о вероятном диапазоне масс: от нескольких тонн (микрокометы) до нескольких сотен, а возможно, и тысяч миллиардов тонн (от 10 до 10^{10} тонн).
- Кома кометы окружает ядро в виде туманной атмосферы. У большинства комет кома состоит из трёх основных частей, заметно отличающихся своими физическими параметрами:
 1. наиболее близкая, прилегающая к ядру область - внутренняя, молекулярная, химическая и фотохимическая кома,
 2. видимая кома, или кома радикалов,
 3. ультрафиолетовая, или атомная кома.

Голова кометы

- По мере приближения кометы к Солнцу диаметр видимой головы день ото дня растёт, после прохождения перигелия её орбиты голова снова увеличивается и достигает максимальных размеров между орбитами Земли и Марса.
- В целом для всей совокупности комет диаметры голов заключены в широких пределах: от 6000 км до 1 млн. км.



Голова кометы

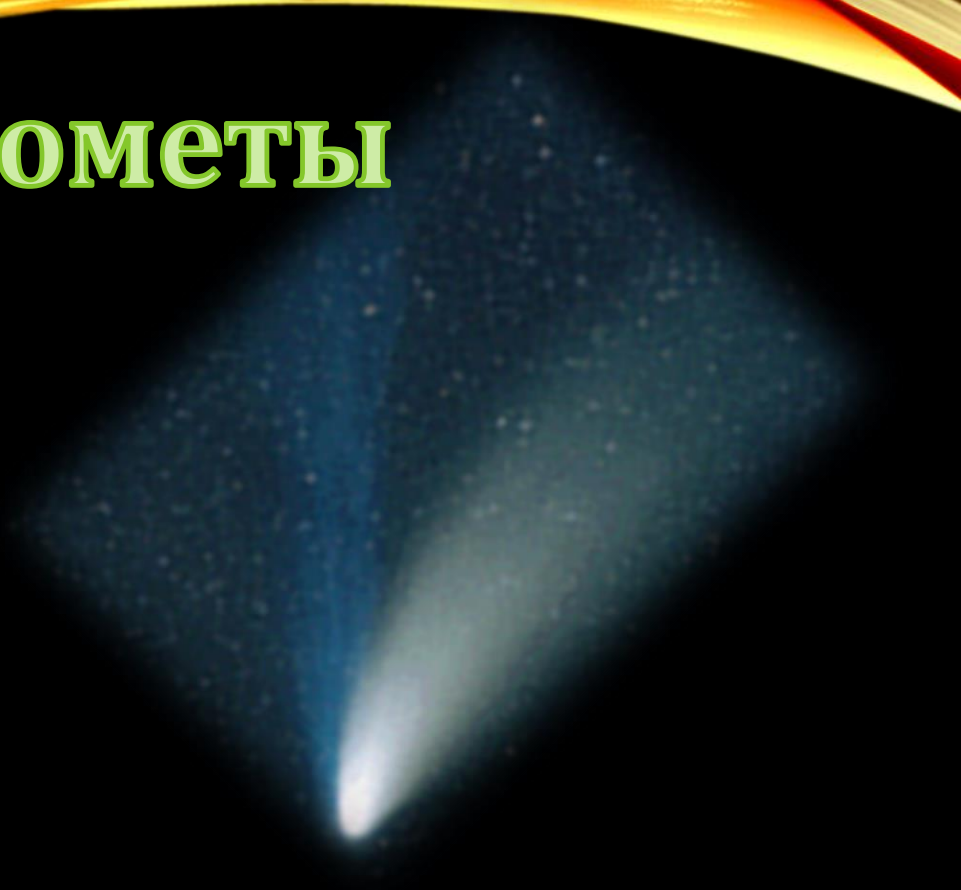
Головы комет вдали от Солнца они круглые, но по мере приближения к Солнцу, под воздействием солнечного давления, голова принимает вид параболы или цепной линии.

С. В. Орлов предложил следующую классификацию кометных голов,

- **Тип E:** - наблюдается у комет с яркими комами, обрамлёнными со стороны Солнца светящимися параболическими оболочками, фокус которых лежит в ядре кометы.
- **Тип C:** - наблюдается у комет, головы которых в четыре раза слабее голов типа E и по внешнему виду напоминают луковицу.
- **Тип N:** - наблюдается у комет, у которых отсутствует и кома и оболочки.
- **Тип Q:** - наблюдается у комет, имеющих слабый выступ в сторону Солнца, то есть аномальный хвост.
- **Тип h:** - наблюдается у комет, в голове которых генерируются равномерно расширяющиеся кольца - галосы с центром в ядре.

Хвост кометы

- Наиболее впечатляющая часть кометы - её хвост.
- Хвосты почти всегда направлены в противоположную от Солнца сторону. Хвосты состоят из пыли, газа и ионизированных частиц.
- Поэтому в зависимости от состава частицы хвостов отталкиваются в противоположную от Солнца сторону силами, исходящими из Солнца.



Состав кометы

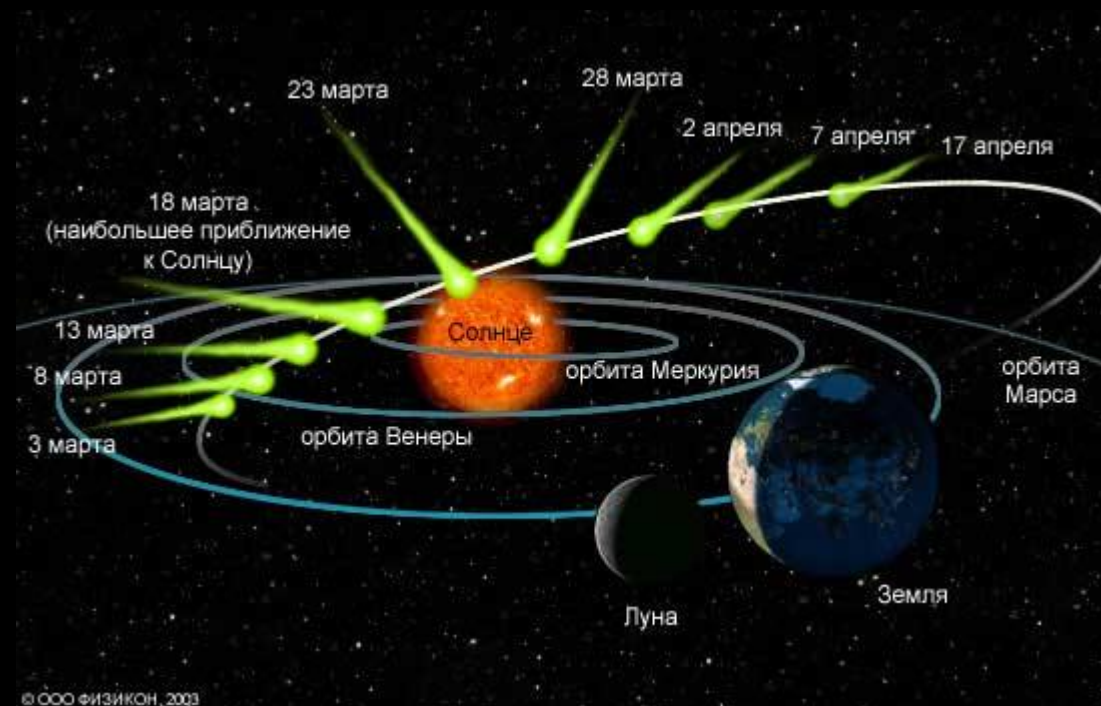
- Анализ спектра кометы показал наличие следующих атомов, молекул и пылевых частиц:
- Органические - C, CO₂, CH₄, CN, CO, CS, HCN, CH CN.
- Неорганические - H, NH, NH₃, O₂, OH, H₂O.
- Металлы - Na, Ca, Cr, Co, Mn, Fe, Ni, Cu, V, Si.
- Ионы - CO⁺, CO⁺, CH⁺, CN⁺, N⁺, OH⁺, H⁺ O⁺.
- Пыль - силикаты (в инфракрасной области).



Известные нам кометы

Комета Галлея

Историческая комета. Наблюдалось 30 её сближений с Солнцем начиная с 240 г. до н.э. Возвращается через каждые 75-76 лет. В 1986 г. комету встретили пять космических межпланетных аппаратов





Комета Икейя-Секи



Комета Хейла-Боппа

Комета Донати 1858 г.

Красивейшая комета последних веков. У неё хорошо были выражены и плазменный, и пылевой хвосты. Комета вернется в XXXIX в.



Комета Уэста

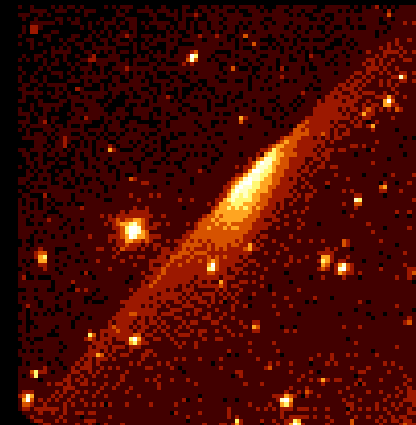
1976 г.

Одна из красивейших комет века. Имела протяжённый широкий хвост, напоминающий облачко в лучах утреннего Солнца. Голова светила как Венера. Комета распалась на части.



Комета Шумейкеров - Леви 9

В июле 1942 г. комета прошла в 15 тыс. километров от облачного покрова Юпитера. В результате ядро оказалось раскрошенным на 17 кусков растянувшихся на 200 тыс. километров. В таком виде комета и была открыта на обсерватории Маунт-Паломар Кэролайн и Юджином Шумейкерами (лучшими профессиональными ловцами комет) и Дэвидом Леви. Комета обращалась не вокруг Солнца, а вокруг Юпитера с периодом в два года. При очередном сближении с Юпитером в июле 1994 г. все обломки врезались в атмосферу планеты со скоростью 64 км/с и вызвали мощные возмущения облачного покрова. Падение было предсказано астрономами и наблюдалось с Земли и из космоса.



	Астероиды	Метеориты	Кометы	Метеоры
Сущность	Малая планета	Раздробленные астероиды		Явление вспышки небольшого метеоритного тела
Строение	Fe, Ni, Mg, а также более сложные органические вещества, основанные на углероде	Fe, Ni, Mg	Голова – ядро в центре (смесь замёрзших газов: аммиак, метан, азот), хвост: пыль, металлические частицы	Сходны по строению с кометами
Особенности движения	Двигутся вокруг Солнца в ту же сторону, что и большие планеты, имеют большие эксцентриситеты	Вследствие притяжения планет, астероиды меняют орбиту, сталкиваются, дробятся, и со временем выпадают на поверхность планеты	Орбиты – сильно вытянутые эллипсы, близко подходят, а затем удаляются на сотни тысяч а.е.	Двигутся по орбитам старых, разрушившихся комет
Названия	(всего более 5500) но с установленными орбитами: Ломоносов, Эстония, Югославия, Цинциннати... (также они имеют номера)	(выпавшие на Землю): Тунгусский, Сихотэ-Алинский...	Галлея, Энке...	НЕТ

Общие сведения

Размеры	Несколько десятков км. Малая масса	До 200 000т.	До 0,0001 массы Земли	Величиной с горошину
Происхождение	Ядра бывших короткопериодических планет	Раздробленные астероиды		Осколки разрушившихся комет
Влияние на Землю	При их дроблении возможны метеоритные дожди, а также опасность столкновения с крупными астероидами	Выпадение в виде метеоритных дождей, при падении наиболее крупных образуется ударная волна и кратеры	Возможно столкновение Земли с головой кометы (возможно – Тунгусский метеорит)	Вход и разрушение в атмосфере
Способы изучения	При помощи обсерваторий и беспилотных космических кораблей	Посредством сбора метеоритного вещества	При помощи обсерваторий, а также с помощью специально запущенных космических аппаратов	Визуальный, фотографический, радиолокационный

о малых телах в Солнечной системе