

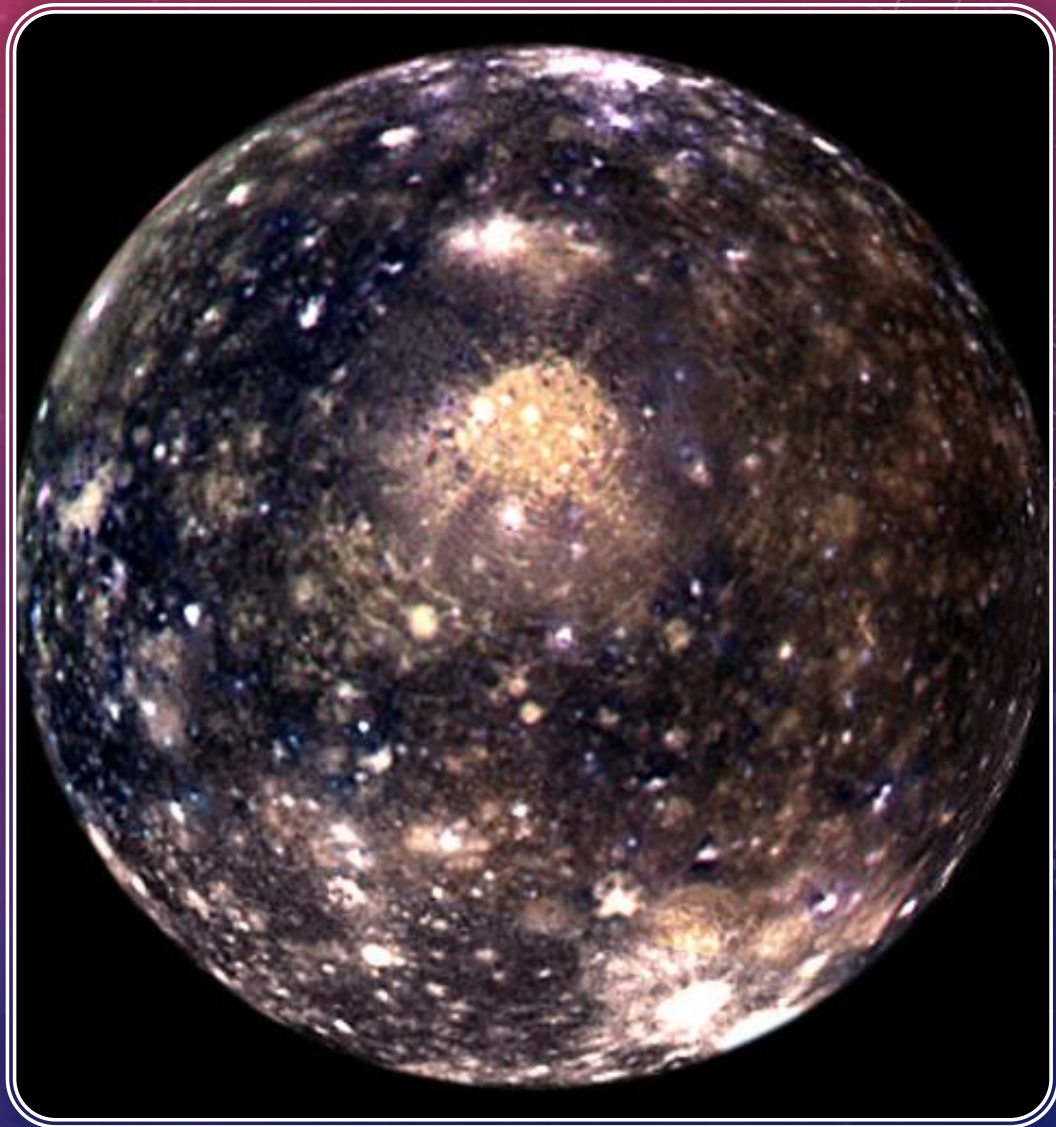


КАЛЛИСТО

СПУТНИКИ ЮПИТЕРА

Каллисто — второй по размеру спутник Юпитера (после Ганимеда), один из четырёх галлиевых спутников и самый удалённый среди них от планеты. Является третьим по величине спутником в Солнечной системе после Ганимеда и Титана. Был открыт в 1610 году Галилео Галилеем, назван в честь персонажа древнегреческой мифологии — Каллисто, любовницы Зевса.

Каллисто была обнаружена Галилео Галилеем в январе 1610 года вместе с тремя другими большими спутниками Юпитера (Ио, Европой и Ганимедом) и получила своё имя, как и другие галлиевые спутники, в честь одной из возлюбленных древнегреческого бога Зевса. Название для спутника предложил Симон Марий вскоре после открытия. Марий приписывал это предложение Иоганну Кеплеру. Однако современные названия галлиевых спутников не находили широкого употребления вплоть до середины XX столетия



Каллисто — синхронный спутник: её период вращения вокруг своей оси равен её орбитальному периоду, таким образом, она всегда обращена к Юпитеру одной стороной (находится в приливном захвате). Так как Каллисто не находится в высокочастотном орбитальном резонансе с другими крупными спутниками, возмущения со стороны Ио, Европы, Ганимеда не вызывают увеличения эксцентриситета её орбиты и не приводят к приливному разогреву из-за взаимодействия с центральной планетой.

Каллисто — третий по величине спутник в Солнечной системе, а в спутниковой системе Юпитера — второй после Ганимеда. Диаметр Каллисто составляет около 99 % диаметра Меркурия, а масса — всего треть от массы этой планеты. Каллисто имеет среднюю плотность около $1,83 \text{ г/см}^3$ и состоит из приблизительно равного количества камня и льдов. Спектроскопия выявила на поверхности Каллисто водяной лёд, углекислый газ, силикаты и органику.

Каллисто менее подвержена влиянию магнитосферы Юпитера, чем более близкие его спутники, потому что находится достаточно далеко от него. Она покрыта множеством кратеров, что указывает на большой возраст её поверхности. Там практически не заметно следов подповерхностных процессов (например, тектонических или вулканических), и, очевидно, главную роль в формировании рельефа на спутнике играют удары метеоритов и более крупных объектов^[12]. Наиболее характерная особенность поверхности Каллисто — многокольцевые структуры («цирки»), а также большое количество ударных кратеров различной формы, некоторые из которых образуют цепочки, и связанные со всеми этими структурами откосы, гребни и отложения^[12]. Низменности спутника характеризуются сглаженным ландшафтом и более тёмным цветом, а верхние части возвышенностей покрыты ярким инеем^[5]. Относительно небольшое количество маленьких кратеров по сравнению с большими, а также заметная распространённость холмов указывают на постепенное сглаживание рельефа спутника процессами сублимации. Точный возраст геоструктур Каллисто неизвестен.

Каллисто окружена чрезвычайно разреженной атмосферой, состоящей из углекислого газа и, возможно, из молекулярного кислорода, а также относительно мощной ионосферой.

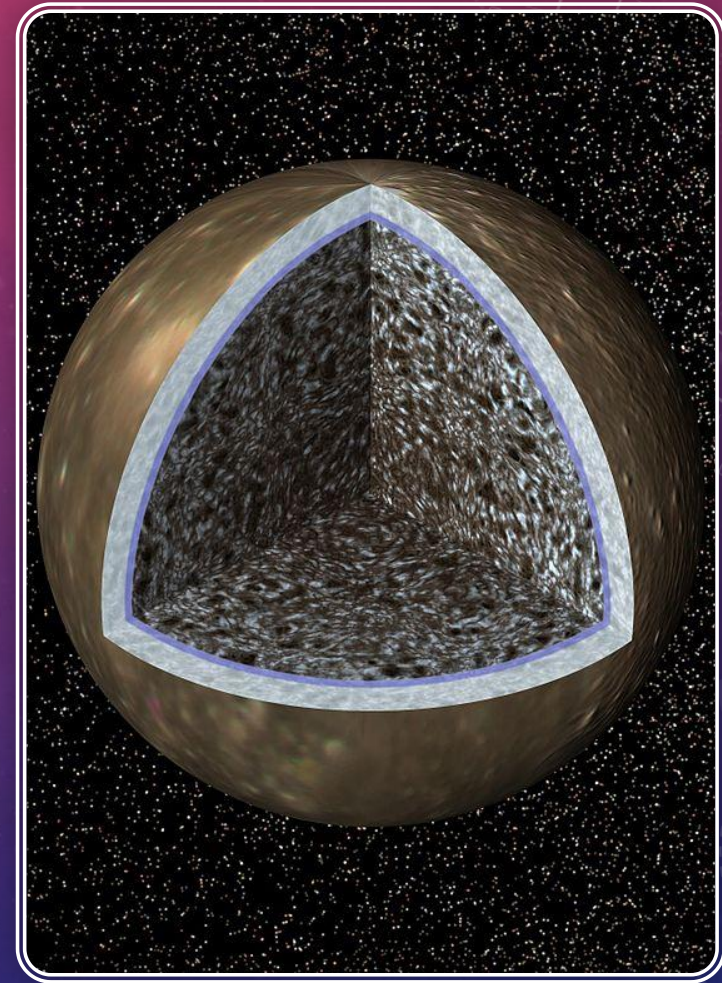
Каллисто, как предполагается, образовалась в ходе медленной аккреции из газопылевого диска, окружавшего Юпитер после его формирования. Из-за низкой скорости наращивания массы спутника и слабого приливного нагрева температура в его недрах была недостаточной для их дифференциации. Но вскоре после начала формирования Каллисто внутри неё началась медленная конвекция, которая привела к частичной дифференциации — формированию подповерхностного океана на глубине 100—150 км и небольшого силикатного ядра. По данным измерений, выполненных с борта КА «Галилео», глубина подповерхностного слоя жидкой воды превышает 100 км. Наличие океана в недрах Каллисто делает этот спутник одним из возможных мест присутствия внеземной жизни. Однако на Каллисто условия для



ВНУТРЕННЯЯ СТРУКТУРА

Сильно изрытый кратерами поверхностный слой Каллисто покоится на холодной и жёсткой ледяной литосфере, толщина которой по разным оценкам составляет от 80 до 150 км. Если исследования магнитных полей вокруг Юпитера и его спутников были интерпретированы верно, то под ледяной корой может находиться солёный океан глубиной 50—200 км. Было обнаружено, что Каллисто взаимодействует с магнитным полем Юпитера как хорошо проводящий шар: поле не может проникнуть в недра спутника, что указывает на наличие сплошного слоя из электропроводящей жидкости толщиной не менее 10 км. Существование океана становится более вероятным, если предположить наличие в нём небольшого количества (до 5 % по массе) аммиака или иного антифриза. В таком случае глубина океана может достигать до 250—300 км. Покоящаяся над океаном литосфера может быть несколько толще — до 300 км.

Недра Каллисто, лежащие ниже литосферы и предполагаемого океана, судя по всему, не являются ни полностью однородными, ни полностью расслоёнными, а представляют собой смесь веществ с постепенным ростом доли силикатов с глубиной. На это указывает низкое значение момента инерции^[1] спутника (по данным «Галилео»^[4] он равен $(0,3549 \pm 0,0042) \times mr^2$). Другими словами, Каллисто лишь частично дифференцирована. Значения плотности и момента инерции совместимы с наличием в центре спутника маленького силикатного ядра. В любом случае, радиус такого ядра не может превышать 600 км, а его плотность может лежать в пределах от 3,1 до 3,6 г/см³. Таким образом, недра Каллисто разительно отличаются от недр Ганимеда, которые, судя по всему, дифференцированы полностью



СОСТАВ

Средняя плотность Каллисто равна 1,83 г/см. Это указывает на то, что она состоит из примерно равного количества водяного льда и скальных пород и дополнительных включений замёрзших газов. Массовая доля льдов составляет около 49—55 %. Точный состав каменной составляющей спутника не известен, но, вероятно, он близок к составу обычных хондритов класса L/LL, у которых по сравнению с хондритами класса H более низкое полное содержание железа, меньший процент металлического железа и больший — оксидов железа. Массовое соотношение между железом и кремнием в Каллисто лежит в пределах 0,9—1,3 (для примера, на Солнце это соотношение примерно равно 1:8).

Альbedo поверхности Каллисто примерно равно 20 %. Считается, что состав её поверхности примерно такой же, как состав её в целом. На её спектрах в ближней инфракрасной области видно полосы поглощения водяного льда на длинах волн 1,04, 1,25, 1,5, 2,0 и 3,0 микрон^[5]. По-видимому, водяной лёд на поверхности Каллисто встречается повсеместно; его массовая доля составляет от 25 до 50 %. Анализ ближних инфракрасных и ультрафиолетовых спектров в высоком разрешении, полученных КА «Галилео» и наземными инструментами, выявил значительное количество и других веществ: гидратированные силикаты, содержащие магний и железо, углекислый газ, сернистый газ, а также, вероятно, аммиак и различные органические соединения. Результаты миссии указывают на наличие некоторого количества толинов на поверхности. Кроме того, спектральные данные указывают на сильную мелкомасштабную неоднородность поверхности спутника. Небольшие яркие пятна чистого водяного льда хаотично перемешаны с участками, покрытыми смесью камней и льда, и с обширными тёмными областями, покрытыми неледяными породами.

Поверхности Каллисто свойственна асимметрия: ведущее полушарие темнее, чем ведомое. На остальных галилеевых спутниках ситуация обратная^[5]. Ведомое полушарие, судя по всему, богато углекислым газом, тогда как на ведущем больше сернистого газа. Множество относительно молодых ударных кратеров (подобных кратеру Адлинда) также обогащены углекислым газом. В целом, химический состав поверхности Каллисто, в особенности её тёмных областей, скорее всего близок составу астероидов D-класса поверхность которых состоит из углеродосодержащей материи.

