1. Загальна характеристика планет гігантів.

До планет – гігантів належать: Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун.

Для всіх планет-гігантів характерним є великі розміри, велика маса, мала густина, наявність великої кількості супутників, велика швидкість обертання навколо осі, низька температура.

Юпітер

Юпітер, названий на честь царя римських богів, панує і серед дев'яти планет нашої Сонячної системи, змагаючись з Сонцем в своїй пишності. Він більш ніж в два рази важчий, ніж всі інші планети разом узяті, і в 318 разів важчий Землі.

Загальні відомості

Бог Юпітер - давньоримський двійник старогрецького громовержця Зевса.

Юпітер віддалений від Сонця на 778,3 млн. км (5,2 а.о.), його екваторіальний діаметр - 143 тис. км, що в 11 разів перевищує земний. Маса планети $\approx 1{,}9 \cdot 10^{27}$ кг. Навколо своєї осі він, в середньому, обертається за 10 годин. Причому, оскільки Юпітер не є твердою кулею, а складається з газу і рідини, то екваторіальні його частини швидше обертаються, ніж приполярні області, як це спостерігається у Сонця і інших газових планет. Із тієї ж причини Юпітер помітно стиснений у полюсів. Вісь обертання планети майже перпендикулярна орбіті. Отже, на Юпітері немає зміни пір року.

В своїй будові Юпітер має схожість з невеликою зіркою. Внутрішній тиск в його надрах може досягати 100 мільйонів атмосфер. Магнітне поле Юпітера величезне, навіть порівняно з величиною самої планети - воно тягнеться на мільйони кілометрів. Супроводжуваний 17 відомими супутниками, кільцями і величезною складною атмосферою, Юпітер обертається навколо Сонця майже за 12 років. Атмосфера його рясніє блискавками і гігантськими вихорами, такими як Велика Червона Пляма. Цей вихор існує, принаймні 300 років. Приблизно стільки пройшло часу з дня його відкриття. З своєю системою супутників Юпітер подібний мініатюрній Сонячній системі, але хоча Юпітер і схожий по своєму хімічному складу на зірки, він не сяє, подібно Сонцю. Маса Юпітера складає тільки одну восьмидесяту частку від необхідної для свічення зірки. Менше значення маси не дозволяє надрам Юпітера розігрітися до потрібної температури.

Проте Юпітер і без того сильно впливає на небесні тіла Сонячної системи. Деякі супутники Юпітера, ймовірно, є астероїдами, захопленими гравітаційним тяжінням гіганта. Шляхи малих планет і комет ,що наблизилися необережно, із тих же причин спотворюються, що іноді приводить до катастрофічних наслідків. Комети-невдахи можуть бути або викинуті Юпітером з Сонячної системи, або спіймані їм ним в смертельну пастку, як це трапилося з кометою Шумейкера-Леві-9 в 1994-у році.

Утворення Юпітера

Юпітер береже ключі від багатьох таємниць Сонячної системи. Біля 4,5 млрд. років тому назад, коли Сонячна система формувалася з хмари газів і пилу, що оберталася, ядро Юпітера, ймовірно, зароджувалося з льоду і каміння загальною масою, що перевищує в 15 разів земну. Тиск сонячного світла виштовхував атоми легких газів (водню і гелію) з внутрішньої по відношенню до орбіти Юпітера частини Сонячної системи, а тяжіння великих крижаних ядер нашого гіганта і Сатурна, що зароджувався по сусідству, постаралося зібрати ці атоми біля себе. З гелію і водню, в основному, і складається атмосфера Юпітера сьогодні. Юпітер "обріс" найбільшою атмосферою серед всіх планет, оскільки центральне внутрішнє ядро його раніше досягло необхідної маси.

Хімічний склад, фізичні умови і будова Юпітера

Якщо не рахувати його ядро, Юпітер на 90% - водень і на 10% - гелій по кількості атомів, і в співвідношенні 3 до 1 - по масі. В атмосфері знайдені метан, вода, аміак і багато інших речовин. В ядрі планети переважаючими є важкі елементи, в основному, вода.

Величезна атмосфера Юпітера створює і величезний тиск. Він збільшується при наближенні до центру планети. В таких екстремальних умовах гази в атмосфері знаходяться в незвичайних станах. Учені мають підстави вважати, що водень, який знаходиться достатньо глибоко, під тиском атмосфери, можливо, сформував шар в рідкому металевому стані. Це - і не океан, і не атмосфера.

Такий шар водню повинен мати властивості, які не укладаються в наше звичне розуміння. На відміну від простого газоподібного водню, рідкий металевий водень здатний проводити електричний струм. Стійкий радіошум і сильне магнітне поле Юпітера випромінюються якраз цим шаром металевої рідини.

При віддаленні від ядра планети, коли ми можемо без сумніву вважати, що йдеться про атмосферу, ми побачимо, що гази поводяться більш знайомим чином, переміщаючись в загальних планетних циркуляціях, керованих спочатку обертанням планети. Вважають, що Юпітер має три шари хмар в своїй атмосфері. Вгорі - хмари з замерзлого аміаку. Під ними - хмари кристалів сірководню амонію, а в найнижчому шарі - збираються водяний лід і, можливо, рідка вода.

Атмосферам Юпітера і інших газових планет властиві вітри великих швидкостей, що дмуть в межах широких смуг, паралельних екватору планети. В суміжних смугах на Юпітері вітри направлені в протилежні сторони. Ці смуги помітні навіть в невеликий телескоп.

Вітри на Юпітері досягають швидкості 500 км в годину. Вивчення атмосфери дозволило сказати, що вітри ці також існують в більш низьких її шарах, аж до тисячі кілометрів від зовнішніх хмар. З цього зроблений висновок, що вони управляються не енергією випромінювання Сонця, а внутрішнім теплом планети, тоді як на Землі все відбувається навпаки.

В атмосфері Юпітера виникають жахливі бурі і вихори, одним з яких є Велика Червона Пляма, помічена із Землі більше 300 років тому. Велика Червона Пляма - овал розміром 22 000 на 25 000 км, тобто це достатньо велика область для того, щоб вміщати в себе дві Землі.

Дослідження, проведені в інфрачервоному діапазоні, і візуальні спостереження рухів в самому вихорі указують на те, що він - область високого тиску, тобто антициклон. Хмари Плями розташовані значно вище і більш холодні, ніж хмари навколо. Схожі структури знайдені на Сатурні і Нептуні. Дотепер невідомо, як вони можуть існувати так довго. Як виникають такі барвисті явища - також невідомо, але учені вважають, що вони обумовлені потоками розігрітих газів з надр планети. Кольори потоків і інших хмар, ймовірно, викликані їх хімічним складом. Наприклад, хоча кількість вуглецю в атмосфері Юпітера дуже невелика, атоми цієї речовини легко об'єднуються з атомами водню і кисню, утворюючи цілий ряд газів, таких, як чадний, метан і інші органічні сполуки, що вносять різноманітність кольорів. Оранжеві і коричневі кольори в хмарах Юпітера можуть бути взаємопов’язані з органічними сполуками, що включають сірку і фосфор.

Юпітер випромінює більше енергії в простір, ніж одержує від Сонця. Надра Юпітера, ймовірно, розігріті до 20 000 ^{O}C. Тепло утворюється повільним гравітаційним стисненням планети.

Кільця Юпітера

У Юпітера є кільця, що значно поступаються в яскравості кільцям Сатурна. Кільця Юпітера були відкриті "Вояджером 1". Із Землі кільця можуть бути помічені при спостереженні в інфрачервоному діапазоні. На відміну від кілець Сатурна, кільця Юпітера темні (альбедо - 0,05). Вони, ймовірно, складаються з дуже невеликих твердих частинок метеорної природи. Частинки кілець Сатурна - крижані.

Через перешкоди, створювані атмосферою і магнітним полем планети, частинки кілець навряд чи залишаються в них довго. Вірогідність того, що спостережуване тепер кільце - залишок більш значного, - невелика. Дуже багато часу пройшло з тих пір, як виникла планета. Це означає, що кільця повинні безперервно поповнюватися. Невеликі супутник Метіс і Адрастея, чиї орбіти лежать в межах кілець, - очевидні джерела таких поповнень.

Відкриті питання

1. Слід як слід розібратися з тим, як саме відбувається розшарування атмосфери планети, що проявляє себе смугами на видимій поверхні хмар. Причини виникнення таких повітряних течій ясні хіба що в найзагальніших рисах.
2. Безліч питань викликає супутникова система гіганта.

Юпітер в цифрах:

Маса	317,9 маси Землі ($1{,}9 \cdot 10^{27}$ кг)
Діаметр	11,2 діаметри Землі (142 984 км)

Густина 1,33 г/см^3
Температура видимої поверхні -160°С
Тривалість зоряних діб 9,93 години
Середня відстань від Сонця 5,20 а.о. (778,33 млн. км)
Період обігу по орбіті 11,86 земних років
Відстань від Землі від 591 млн. до 965 млн. км
Число супутників 17

У Юпітера є 17 відомих на сьогодні супутників: чотири великих Галілеєвих(Іо, Європа, Ганімед і Каліcто) і 13 набагато менших.

Здебільшого, супутники Юпітера носять міфічні імена коханок Громовержця.

Сатурн

В античній міфології Сатурн був божественним батьком Юпітера. Сатурн був Богом Часу і Долі. Як відомо, Юпітер в своєму міфічному обличчі пішов далі за батька. В Сонячній системі Сатурну відведена також друга роль серед планет. Сатурн другий як по масі, так і за розмірами. Проте він позаду багатьох і багатьох тіл навколосонячного простору по густині: вона у Сатурна менше густини води (біля 700 кг на кубічний метр). Відома одна романтична ілюстрація цієї обставини: якби було можливе десь створити гігантський водний океан, то Сатурн міг би в ньому плавати.

Сатурн, не бажаючи упокорюватися з відставанням від Юпітера, обзавівся великим числом супутників і, головне, прекрасним кільцем, завдяки якому шоста планета серйозно оспорює перше місце в номінації Пишність. Багато астрономічних книг на обкладинках своїх вважають за краще мати саме Сатурн, а не Юпітер. Випадковий перехожий напевно знає про кільця Сатурна і може нічого не пригадати про Велику Червону Пляму або Галілеєві супутники.

Сатурн може досягати негативної зоряної величини в період протистояння планети. Кільце через рух планети по орбіті міняє свою орієнтацію по відношенню до Землі. Коли площина кільця перетинає Землю, навіть в середні телескопи розглянути його не виходить: воно дуже тонке. Останній раз таке відбувалося влітку 1995-го року. Після цього кільце все більше і більше розвертається до нас, а Сатурн, відповідно стає все яскравішим і яскравішим в кожне наступне протистояння. В перший рік третього тисячоліття в день протистояння 3-го грудня Сатурн розгорівся до -0,45-й зоряної величини. В цей рік кільця максимально розвернулися до Землі. Не дуже важко помітити також і Титан - найбільший супутник планети, він має блиск порядку 8,5-й зоряної величини. Через малу контрастність, хмари Сатурна розглянути важче, ніж хмарні смуги на Юпітері. Зате легко помітити стиснення планети у полюсів яке досягає 1:10.

Біля Сатурна побувало 3 космічні апарати. Ці ж АКС заздалегідь відвідали Юпітер: "Піонер 11" і обидва "Вояджера".

Загальні дані

Маса Сатурна складає 95 мас Землі, тобто $5{,}68 \cdot 10^{26}$ кг. Діаметр екватора планети майже в 9 з половиною раз більше Земного - 120 420 км. Відстань від Сонця - 1 427 000 000 км (9,54 а. о.). Сатурн виконує один оборот навколо Сонця за 29 з половиною років.

Історія відкриттів

Сатурн був помічений людьми, мабуть, пізніше за такі яскраві планети, як Юпітер, Марс і Венера. Але в стародавній Греції про нього вже знали. Його вважали самим далеким з відомих планет, тобто не помилялися.

Візуальні спостереження без телескопів не могли привести до серйозних відкриттів. І, можливо, Ви вже звикли до того, що першість в астрономічних відкриттях належить Галілео Галілею, який першим направив на небо телескоп.

Зорова труба ученого настільки недосконала , що не давала достатньо чіткого зображення. Це не дозволило італійцю розглянути кільце Сатурна. Але з боків від диска планети Галілей бачив неясні придатки. Він порахував їх супутниками Сатурна, по аналогії з вже відкритими ним супутниками Юпітера. Проте Галілей не був авантюристом. Розпливчатий вид об'єктів, що спостерігалися ним, не дозволяв йому затверджувати про відкриття напевно. Щоб закріпити за

собою першість і в той же час не потрапити в ніякове положення , Галілей вдався до модного у той час жесту: про відкриття, правильність і достовірність якого викликали сумніви, повідомлялося в короткій шифровці, складній для тлумачення всім, окрім автора. Якщо відкриття підтверджувалося подальшими дослідженнями, повідомлення про відкриття розшифровувалося, і весь світ бачив, хто ж був перший.

В 18-м столітті Вільям Гершель зумів виміряти період обертання планети навколо своєї осі (10 з четвертю години). Зробити це було не так просто через те, що деталі на диску Сатурна помітні набагато гірше, ніж у Юпітера.

Будова планети

Атмосфера Сатурна - в основному, водень і гелій. Але через особливості утворення планети більша, ніж на Юпітері, частина Сатурна доводиться на інші речовини. «Вояджер 1» з'ясував, що біля 7 відсотків об'єму верхньої атмосфери Сатурна - гелій (по порівнянню з 11-у відсотками в атмосфері Юпітера), тоді як майже все інше - водень.

Невисока контрастність кольорів на видимому диску Сатурна могла б бути результатом більш сильного змішування газів в напрямі, перпендикулярному екватору, чого не спостерігається в атмосфері Юпітера, на якому смуги хмар помітні навіть в 65-мм зорову трубу із збільшенням лише 60 крат. Така особливість в атмосфері Сатурна, мабуть, пов'язана з особливостями вітрів на ньому.

Вітри на Сатурні дуже сильні. Поблизу екватора "Вояджери" виміряли їх швидкість: близько 500 метрів в секунду. Вітри дмуть, здебільшого, в східному напрямі (нагадаємо, що, як і більшість планет, Сатурн обертається із заходу на схід). Сила вітрів слабшає при віддаленні від екватора. Також, при віддаленні від екватора, з'являється все більше західних течій. Переважання східних потоків (по напряму осьового обертання) указує на те, що вітри не обмежені шаром верхніх хмар, вони повинні розповсюджуватися всередину, принаймні на 2 000 кілометрів. Крім того, вимірювання «Вояджера 2» показали, що вітри в південній і північній півкулях симетричні щодо екватора. Є припущення, що симетричні потоки якось зв'язані під шаром видимої атмосфери.

Коли "Вояджер 2" був по відношенню до Землі за Сатурном, радіопромінь пройшов через верхню атмосферу, дозволивши виміряти її температуру і густину. Мінімальна температура на Сатурні - 82 Кельвіна. Температура зростає при зануренні в атмосферу.

«Вояджери» знайшли ультрафіолетове випромінювання водню в атмосфері середніх широт і полярні сяйва на широтах вище 65 градусів. Подібна активність може привести до утворення складних вуглеводневих молекул. Полярні сяйва середніх широт, які відбуваються тільки в освітлених Сонцем областях, виникають із тих же причин, що і полярні сяйва на Землі. Різниця лише в тому, що на нашій планеті це явище властиво, в значній частині, більш високим широтам.

Кільця Сатурна

Кільця Сатурна складаються з безлічі крижаних частинок з розмірами від часток міліметра до декількох метрів. Тільки це не лід в тому вигляді, в якому його знають леза ковзанів жителів планети Земля. Швидше, це сніг, а не лід. Так, звичайний водяний сніг, причому, сніг дуже рихлий, зовсім не відмінний відомою міцністю льоду.

Кільце Сатурна настільки широке, що по ньому, будь таке можливо, міг би котитися Нептун або Уран. Або обидва відразу. Ширина кільця складає 137 000 км. В той же час, кільце має в товщину всього декілька десятків метрів. Якщо уявити собі Сатурн у вигляді футбольного м'яча, кільця б у такої планети були набагато тоншими за волосину. Кільце Сатурна, через свою велику ширину і високу відбивну здатність його утворюючих частинок, дуже яскраве. Світло, що йде від кільця, заважає астрономам шукати поблизу Сатурна його маленькі супутники. Але приблизно раз в 15 років Земля перетинає площину кілець Сатурна, і в цей не тривалий проміжок часу, коли кільця повернені до Землі ребром, їх майже неможливо роздивитися навіть в найбільші телескопи. Такими випадками і користуються астрономи, фотографуючи Сатурн, вивчаючи знімки, на яких немає перешкод від яскравого кільця. Так були відкриті нові супутники в 1966-у році. На фотографіях, зробленим на телескопі ім. Хаббла, теж були знайдено чотири нові супутники в 1995-у році. Втім, як з'ясувалося пізніше, в цьому випадку відкриття було, швидше за все, помилковим.

Існує три основні кільця, названі A, B і C. Вони помітні без особливих проблем із Землі. Є імена і у більш слабих кілець - D, E, F. При найближчому розгляді, як ми пам'ятаємо, кілець виявляється велика кількість. Між кільцями існують щілини, де немає частинок. Та з щілин, яку можна побачити в середній телескоп із Землі (між кільцями A і B), названа щілиною Кассіні. В ясні ночі з добрими телескопами можна побачити менш помітні щілини.

Кільця є залишками тієї допланетної хмари, яка породила всі тіла Сонячної системи. На тих відстанях від планети, на яких обертається велика частка частинок кільця, виникнення супутників неможливе через гравітаційну дію самої планети, що руйнує все більш або менш крупні тіла. Частинки кілець багато разів стикаються, руйнуються і злипаються знов. Нагадаємо, що вони настільки крихкі, що поступаються в цьому самому рихлому снігу, який Ви можете собі уявити.

Відкриті питання

1. Немає повної ясності у відмінностях між Юпітером і Сатурном: чим вони викликані? Може бути свою роль грає різниця мас або відстаней від Сонця?
2. Не дивлячись на викладені вище гіпотези, утворення кільця Сатурна поки рано вважати процесом у всіх деталях зрозумілим.
3. Сатурн має вісь магнітного поля, співпадаючу з віссю обертання планети. Це єдиний відомий випадок в Сонячній системі. В чому причини цього збігу (або інших неспівпадань) невідомо.
4. Сатурн має дуже низьку густину, і це теж вимагає пояснень.

Сатурн в цифрах:

Маса	95,2 маси Землі ($5{,}7 \cdot 10^{26}$ кг)
Діаметр	9,45 діаметри Землі (120 536 км)
Густина	0,69 г/см3
Температура видимої поверхні	-190°C
Тривалість зоряних діб	10,23 години
Середня відстань від Сонця	9,54 а.о. (1 426,98 млн. км)
Період обігу по орбіті	29,46 земних років
Відстань від Землі	від 1 199 млн. до 1 653 млн. км
Число супутників	18

Відомості про багато супутників неповні. Навколо величезної планети, мабуть, окрім кілець, обертаються безліч дрібних тіл, врахувати все їх вельми непросто. До появи "Вояджерів"поблизу Сатурна, було відоме про 11-ть супутників. Тепер ми знаємо, принаймні, 18, а, можливо, їх і більше. "Вояджер 1 і "Вояджер 2 відкрили по три супутники. Найбільший Титан.

Вважається, що склад і процеси, що відбуваються в атмосфері цього супутника, схожий з тими, що мільярди років тому можна було б знайти в земній атмосфері. Через свою товсту, непрозору атмосферу, Титан був неприступний астрономам, охочим поміряти його діаметр. Їх вимірювання торкалися завжди видимого діаметра. Титан вважався найбільшим супутником, поки радіодослідження "Вояджера 1" не показали істинні його розміри - тільки 5 150 кілометрів - трохи, але менше ніж у Ганімеда, найбільшого супутника Юпітера. Проте, обидва супутники більше, ніж Меркурій. Густина Титана виявилася в два раз більшою, ніж у водяного льоду; це говорить про те, що надра Титана можуть бути сформована з майже рівних частин важких порід і замерзлої води.

Температура поверхні Титана оцінюється в 95 К, що тільки на 4 Кельвіна вище за температуру потрійної точки метану, в якій, за різних інших умов, цей газ може бути також

твердим і рідким. Подібна ситуація спостерігається на Землі з водою: при температурі 0° Цельсія і при наявному атмосферному тиску на нашій планеті вода може знаходитися у всіх трьох станах, і нас не дивує ні водяна пара, ні айсберги, ні океани. Була гіпотеза, яка і зараз не до кінця себе зжила, що на Титані є річки і озера, може, навіть морити з метану. Але, видно, тиск поблизу поверхні супутника недостатньо для такої екзотичної ситуації. З другого боку, можливі утворення озер етанових, в яких міг частково розчинитися і метан.

Метан на Титані, під дією світла, перетворюється на етан, ацетилен, етилен, і (в з'єднанні з азотом) в солі ціаністої кислоти. Останні - особливо цікаві молекули: це будівельна цегла для амінокислот. Низька температура, безумовно, гальмує утворення складніших органічних речовин.

Уран.

Уран - сьома планета від Сонця і третя за розміром. Цікаво, Уран більше в діаметрі, ніж Нептун, але поступається йому в масі. Його неважко ототожнити в бінокль (якщо Ви знаєте точно, куди дивитися). Невеликий телескоп покаже невеликий диск. Уран, хоча і може бути побачений неозброєним оком, потребує , все же, оптичних інструментів для спостережень.

Загальні відомості

Відстань від Сонця - 19.2 а.о., екваторіальний діаметр - 51,1 тис. км в 4 рази більше земного, маса: $8\ 68 \cdot 10^{25}$ кг (14,5 мас Землі). Період обігу навколо Сонця - 84 роки. Середня температура на Урані - біля 60-ти К. Уран - старовинне грецьке божество Неба, найперший вищий бог, який був батьком Хроноса (Сатурна), Циклопа і Титана (попередників Олімпійських богів).

Історія відкриття

Уран, перша планета, знайдена в новій історії, була відкрита випадково В. Гершелем, коли він розглядав небо в телескоп 13 березня 1781 року; спочатку він подумав, що це була комета. Як пізніше з'ясувалося, планета неодноразово спостерігалась, але приймалася за звичайну зірку (саме ранній запис про "зірку" була зроблена в 1690-м, коли Джон Флемстід каталогізував її як 34-у Тельця - одне з прийнятих позначень зірок в сузір'ях).

Гершель назвав планету Georgium Sidus (Планета Георга) на честь свого покровителя, короля Англії Георга III; інші називали її планетою Гершеля. Ім'я ж "Уран" було дане тимчасово і узяте за традицією з античної міфології, а затвердилося воно лише в 1850-у році.

Уран був відвіданий тільки одним космічним кораблем: недалеко від Урану пролітав "Вояджер 2". Корабель пройшов в 81 500 кілометрах від Урану 24-го січня 1986-го року. "Вояджер 2" передав тисячі зображень і інших наукових даних про планету, супутники, кільця, атмосферу, простір і магнітне поле, що оточує Уран.. Дані показали, що планета обертається з періодом 17 годин 14 хвилин. Космічний корабель також помітив магнітосферу, яка велика настільки ж, наскільки і незвичайна.

Сучасне дослідження планети утруднено через її віддаленість. Проте крупні телескопи не залишають її без уваги. За останні роки було відкрито 6 нових супутників планети.

Особливості обертання Урана

У більшості планет вісь обертання майже перпендикулярна площині екліптики, але вісь Урану майже паралель цій площині. Причини "лежачого" обігу Урану точно невідомо. Зате насправді існує суперечка: який з полюсів Урану - північний. Розмова ця зовсім не подібна суперечці про палицю з двома кінцями і двома початками. Те, як же насправді склалася така ситуація з обертанням Урану, дуже багато що значить в теорії виникнення всієї Сонячної системи. Майже всі гіпотези мають на увазі обертання планет в одну сторону. Якщо Уран утворився, лежачи на боку, то це сильно не зістикується з припущеннями про походження нашої планетної системи. Правда, зараз все більше вважають, що таке положення Урану - результат зіткнення з великим небесним тілом на ранніх стадіях формування планети. Подібна ж проблема зв'язана і з Венерою, яка хоча і не лежить на боку, але так само обертається у зворотний бік.

Хімічний склад, фізичні умови і будова Урану

Уран сформувався з первинних твердих тіл і різних льодів (під льодами тут треба розуміти не тільки водяний лід), він лише на 15% складається з водню, а гелію немає майже зовсім (в контраст Юпітеру і Сатурну, котрі, здебільшого, - водень). Метан, ацетилен і інші вуглеводні

існують в значно більших кількостях, ніж на Юпітері і Сатурні. Вітри в середніх широтах на Урані переміщають хмари в тих же напрямах, що і на Землі. Синій колір Урану є результатом поглинання червоного світла метаном у верхній частині атмосфери. Ймовірно, існують хмари інших кольорів, але вони ховаються від спостерігачів перекриваючим шаром метану.

Подібно кільцям Юпітера, вони дуже неяскраві, але, як і кільця Сатурна, кільця Урану містять багато досить великих частинок, розміри їх коливаються від 10 метрів в діаметрі до дрібного пилу. Кільця Урану були відкриті першими після кілець Сатурна. Це мало велике значення, оскільки стало можливим припустити, що кільця - загальна характеристика планет, а не доля одного Сатурна. Це ще одне прямо-таки епохальне значення Урану для астрономії.

Спостереження показали, що кільця Урану помітно відрізняються від споріднених їм систем Юпітера і Сатурна. Неповні кільця з різним показникам прозорості по довжині кожного з кілець сформувалися, схоже, пізніше, ніж сам Уран, можливо, після розриву декількох супутників приливними силами.

Кількість відомих кілець може, кінець кінцем, зрости, судячи із спостережень "Вояджер 2". Прилади указували на наявність багатьох вузьких кілець (або, можливо, неповних кілець або кільцевих дуг) близько 50 метрів завширшки.

Ключем до розгадки структури кілець Урану може бути і відкриття того, що два невеликих супутника - Корделія і Офелія - знаходяться усередині кільця Епсилон. Це пояснює нерівномірний розподіл частинок в кільці: супутники утримують речовину навколо себе. Так, використовуючи цю теорію, припущено, що в цьому кільці можна відшукати ще 16(!) супутників.

Магнітосфера

Уран, як багато планет має магнітосферу. Вона незвичайна тим, що вісь симетрії її нахилена майже на 60 градусів осі обертання (у Землі цей кут складає 12 градусів). Якби так йшла справа на Землі, то орієнтування за допомогою компаса мало б цікаву особливість: стрілка майже зовсім би не потрапляла покажчиком на північ або південь, а б була націлена на дві протилежні точки 30-х паралелей. Ймовірно, магнітне поле навколо планети генерується рухами в порівняно поверхневих областях Урану, а не в його ядрі. Джерело поля - невідоме; існування гіпотетичного електропровідного океану води або аміаку поки не підтверджено дослідженнями. Як на Землі, так і на інших планетах, джерелом магнітного поля вважають течії в розплавлених породах, розташованих недалеко від ядра.

Інтенсивність поля на поверхні Урану у загальних рисах порівнянна із Земною, хоча воно і сильніше змінюється в різних точках поверхні через великий зсув осі симетрії поля від центру Урану.

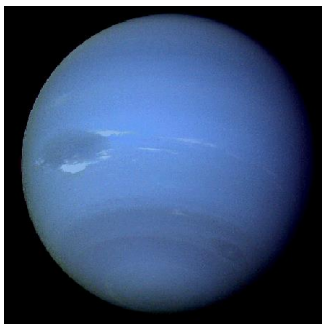
Як у Землі, Юпітера і Сатурна, у Урану є магнітний хвіст, що складається із захоплених полем заряджених частинок, що розтягнувся на мільйони кілометрів за Уран від Сонця. "Вояджер 2"відчував" поле, принаймні в 10-ти мільйонах кілометрів від планети.

Відкриті питання

* Чому Уран не випромінює більше тепла, ніж він одержує від Сонця, як інші газові планети? Може, тому причина - внутрішній холод?

Уран в цифрах:

Маса	14,53 маси Землі ($8{,}68 \cdot 10^{25}$ кг)
Діаметр	4,00 діаметри Землі (51 118 км)
Густина	1,29 г/см^3
Температура поверхні	-220°C
Тривалість зоряних діб	15,35 години (зворотне обертання)
Середня відстань від Сонця	19,19 а.о. (2 871 млн. км)
Період обігу по орбіті	84,01 земних років
Відстань від Землі	від 2,6 до 3,2 млрд. км
Число супутників	21



Нептун

- восьма планета від Сонця і четверта за розміром серед планет.

Не дивлячись на це 4-е місце, Нептун перевершує Уран в масі. Нептун може бути побачений в бінокль (якщо Ви знаєте точно, куди дивитися), але навіть у великий телескоп навряд чи можна бачити що-небудь, окрім невеликого диска. Нептун - досить складна планета для спостережень. Тритон - найбільший і яскравий супутник - не набагато яскравіший 14-й зоряної величини. Для виявлення диска планети потрібно використовувати великі збільшення. Кільце Нептуна з Землі знайти дуже і дуже складно, а візуально - майже неможливо. Тільки одному космічному апарату "Вояджер 2" вдалося досягти так віддаленої планети, як Нептун. Інші проекти поки... ще тільки проекти.

Загальні відомості

Нептун віддалений від Сонця на 30 а.о., діаметр планети - 49,5 тис. км, що біля чотирьох земних, маса - біля 17 мас Землі. Період обігу навколо центрального світила - 165 неповних років. Середня температура - 55 К. В римській міфології Нептун (грец. Посейдон) був богом моря.

Історія відкриття

Після відкриття Урану було звернуто увагу на те, що орбіта його не відповідала закону Ньютона, зазнаючи постійного відхилення. Це і навело на думку про існування ще однієї планети за Ураном, яка могла б своїм гравітаційним тяжінням спотворювати траєкторію руху 7-й планети. Нептун вперше спостерігався астрономами Галлі і д'Аррестом 23-го вересня 1846-го року недалеко від тих положень, які незалежно один від одного передбачали англієць Адамс і француз Льоверр'є. Обчислення їх базувалися на результатах спостережень Юпітера і Сатурна і самого Урану. Відкриття це було тріумфом розрахункової астрономії.

Нептун був відвіданий тільки одним космічним кораблем: "Вояджером 2" 25 серпня 1989-го року. Майже все, що ми знаємо про Нептуна, ми знаємо завдяки цій зустрічі.

Хімічний склад, фізичні умови і будова Нептуна

Будова і набір складових Нептун елементів, ймовірно, подібні Урану: різні "льоди" або отверділі гази , близько 15% водню і невеликої кількості гелію.

Як і Уран, і на відміну від Юпітера з Сатурном, Нептун, можливо, не має чіткого внутрішнього розшарування. Але найбільш ймовірно, у нього є невелике тверде ядро (рівне по масі Землі). Атмосфера Нептуна - це, здебільшого, метан: синій колір Нептуна є результатом поглинання червоного світла в атмосфері цим газом, як на Урані.

Подібно типовій газовій планеті, Нептун славний великими бурями і вихорами, швидкими вітрами, що дмуть на обмежених смугах, паралельним екватору. На Нептуні найшвидші в Сонячній системі вітри, вони розганяються до 2 200 км/година. Вітри дмуть на Нептуні в західному напрямі, проти обертання планети. Помітьте, що у планет-гігантів швидкість потоків і течій в їх атмосферах збільшується з відстанню від Сонця. Ця закономірність не має поки ніякого пояснення.

Нептун в цифрах:

Маса	17,14 маси Землі ($1{,}02 \cdot 10^{26}$ кг)
Діаметр	3,88 діаметри Землі (49 520 км)
Густина	1,64 г/см^3
Температура поверхні	-231°C
Тривалість зоряних діб	19,2 години
Середня відстань від Сонця	30,06 а.о. (4.497 млн. км)
Період обігу по орбіті	164,79 земних років
Нахил екватора до орбіти	+29°34`
Ексцентриситет орбіти	0,008
Нахил орбіти до екліптиці	1,77°
Довгота висхідного вузла	131°01`
Середня швидкість руху по орбіті	5,43 км/сек
Відстань від Землі	від 4,3 до 4,6 млрд. км
Число супутників	8

Плутон

- найдальша з відомих великих планет Сонячної системи. Побачити її можна або на фотографіях, або в могутні телескопи. Можливо, Плутон є найбільшим небесним тілом з поясу Койпера.

Загальні відомості

Відстань від Сонця - 40 а.о., екваторіальний діаметр - 2,3 тис. км (0,18 земного), маса - $1{,}3 \cdot 10^{22}$ кг (0,002 маси Землі). Період обертання навколо Сонця - 249 років. Назву свою планета отримала на честь бога підземного царства.

Історія відкриття

Плутон був відкритий лише в 1930-у році американцем К. Томбо. Відкриттю планети передували довгі безуспішні пошуки, що почалися в році 1905-у. Причиною початку їх були відхилення в русі Урану і Нептуна от розрахованих орбіт. Астрономи вирішили, що це відбувається через вплив більш дальньої планети. Треба сказати, що маленька маса Плутона недостатня, щоб викликати спостережувані відхилення Урану і Нептуна, тому багато учених ще надіються відшукати десяту планету.

В 1978-у році на фотографії Плутона знайдений виступ, який допоміг відкрити супутник Плутона - Харон.

Всього кілька років тому в 1996-у році вперше вдалося отримати знімок, на якому Плутон і Харон видні роздільно. Ще пізніше вдалося отримати інформацію про найбільші деталі поверхні Плутона, відмінність яких полягає для нас лише у відбивній здатності.

За сьогоднішніми даними, густина Плутона десь в два рази перевищує густину води. Можливо, його ядро з "пропитаних" водою (гідрированих) гірських порід. Ядро покриває товстий шар водяного льоду. В 1976 році на Плутоні знайшли метановий лід. В 1992-м - азот і вуглець, теж замерзлі.

Плутон	в цифрах:
Маса	0,0022 маси Землі ($1{,}29 \cdot 10^{22}$ кг)
Діаметр	0,18 діаметри Землі (2 324 км)
Густина	2 г/см^3
Температура поверхні	-233°C
Тривалість зоряних діб	6,39 земних діб (зворотне обертання)
Середня відстань від Сонця	39,53 а.о. (2 871 млн. км) \29,65-49,28а.о.\
Період обертання по орбіті	248,54 земних років
Відстань від Землі	від 4,3 до 7,5 млрд. км
Число супутників	1