

12.05.2022

Група 36

Фізика і астрономія

Урок 61-62

Тема уроку. Природа тіл Сонячної системи.

Мета уроку: дати учням уявлення про Сонячну систему;

- познайомити їх із моделями Сонячної системи;
- розглянути породу тіл, що входять до Сонячної системи;
- розглянути взаємозв'язок між Місяцем і Землею;
- розвивати уяву, творче мислення;
- виховувати працелюбність та наполегливість.

### Матеріали до уроку:

Усі тіла, що рухаються навколо Сонця, утворюють в сукупності планетну систему, яка називається Сонячною. Сонячна система – це розмаїта і густонаселена сім'я. У вивченні Сонячної системи за останні роки досягнуто значних успіхів. Але й сформульовано нові питання, відповідей на які все ще немає.

### 1. Планети Земної групи

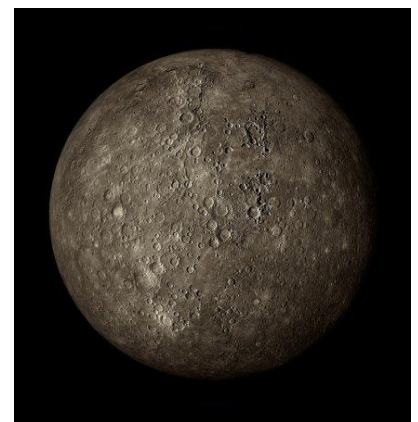
До навколосонячних планет земної групи належать Меркурій, Венера, Земля й Марс.



Як і Земля, Меркурій, Венера і Марс — це планети відносно невеликих розмірів і мас, з твердими поверхнями, рельєф яких має спільні риси. Середнє значення густин речовини цих планет у кілька разів більше за густину води. Те, що густини мають близькі значення, вказує на схожість хімічного

складу їхніх надр. Планети земної групи складаються переважно із силікатних порід і металів.

**Меркурій ♀** — найближча до Сонця планета. Меркурій є ендегенне пасивною планетою і знаходиться, очевидно, на примітивній стадії корового розвитку. Планета розташована від Сонця на відстані 58 млн. км. Повний оберт на небі завершує за 88 діб, період обертання Меркурія навколо своєї осі дорівнює 58,65 Доби, тобто  $\frac{2}{3}$  його обертання навколо Сонця. Таке обертання є динамічно стійким. Сонячна доба на Меркурії триває 176 днів.



Вісь обертання Меркурія майже перпендикулярна до площини його орбіти. Як свідчать радіоспостереження, температура на поверхні Меркурія в пункті, де Сонце знаходиться в зеніті, сягає 620 К (347 °С). Температура нічної півкулі близько 110 К (-163 °С).

Уся поверхня Меркурія поцяткована кільцевими структурами різного розміру (до 120 км у поперечнику), нагадуючи цим найдавнішу формацію Місяця, але

відрізняючись від неї низькою відбивною здатністю (альbedo 0,056). За допомогою радіоспостережень вдалося визначити теплові властивості зовнішнього покриву планети, що виявилися близькими до властивостей тонкоподрібнених порід місячного реголіту. Причиною такого стану порід, найімовірніше, є безперервні удари метеоритів, що майже не послаблюються розрідженою атмосферою Меркурія.

Атмосфера Меркурія, у порівнянні із земною, сильно розріджена. За даними, отриманими з міжпланетної станції "Маринер-10", її густина не перевершує густину земної атмосфери на висоті 620 км. У складі атмосфери виявлена невелика кількість водню, гелію й кисню, містяться й деякі інертні гази, наприклад, аргон і неон.



**Венера ♀ - друга від Сонця (108 млн. км)** Період обертання навколо Сонця - 225 діб. Під час нижніх з'єднань може наближатися до Землі до 40 млн. км, тобто ближче будь-якої іншої великої планети Сонячної системи. Синодичний період (від одного нижнього з'єднання до іншого) дорівнює 584 доби. Венера - найяскравіше світило на небі після Сонця й Місяця.

Дослідження цієї планети надзвичайно ускладнене через її дуже щільну і могутню атмосферу, що складається на 95% з молекул вуглекислого газу  $\text{CO}_2$ , приблизно 2% азоту й інертних газів, близько 0,1% кисню, невеликої

кількості окису карбону, хромоводню й фтороводню, і 0,1% водяної пари.

Діаметр Венери - 12 100 км (95% діаметра Землі), маса - 81,5% маси Землі, або 1/408 400 маси Сонця, температура біля поверхні Венери сягає 750 К (480 °C), а тиск 90 атм. Знову ж через дуже щільний хмарний шар, що огортає цю планету, довго не вдавалося встановити період обертання Венери. Тільки за допомогою радіолокації з'ясували, що він дорівнює 243,2 доби, причому Венера обертається в зворотний бік у порівнянні із Землею й іншими планетами.

Вуглекислий газ і водяна пара створюють в атмосфері Венери парниковий ефект, що призводить до сильного розігрівання планети. Парниковий ефект виникає через те, що вуглекислий газ і деякі інші молекули, такі як  $\text{H}_2\text{O}$ , незважаючи на те, що їх мало, значно поглинають інфрачервоне випромінювання.

Хмарний шар Венери, за даними, отриманими зі станцій серії "Венера", розташований на висоті 49-68 км над поверхнею, а за густиною нагадує легкий туман. Але велика довжина хмарного шару робить його зовсім непрозорим для спостереження із Землі. Передбачається, що хмари складаються з крапель водного розчину сірчаної кислоти. Освітленість на поверхні в денний час подібна до земної у похмурий день.

Атмосферний тиск біля поверхні Венери складає близько 9 МПа, а густина у 35 разів перевищує густину земної атмосфери. Кількість вуглекислого газу в атмосфері Венери в 400 тис. разів більше, ніж у земній атмосфері. Причиною цього, імовірно, є інтенсивна вулканічна діяльність, а крім того, відсутність на планеті двох основних поглиначів вуглекислого газу - рослинності й океану з його планктоном. Найвищі шари атмосфери Венери складаються повністю з водню. Воднева атмосфера простягається до висоти 5500 км.

**Марс ♂ за розташуванням четверта від Сонця планета**



На зоряному небі вона виглядає як немиготлива цятка червоного кольору, яка час від часу значно перевершує за блиском зорі першої величини. Марс періодично підходить до Землі на відстань до 57 млн. км, значно ближче, ніж будь-яка планета, крім Венери.

За діаметром Марс майже вдвічі менший за Землю й Венеру. Планета оточена газовою оболонкою - атмосферою, що має меншу густину, ніж земна. Атмосфера Марса складається з вуглекислого газу (0,95 за об'ємом), азоту (0,027), аргону (0,016), кисню (0,02) і водяної пари (0,01-0,015).

Еліптичність марсіанської орбіти призводить до значних розходжень клімату північної й південної півкуль: у середніх широтах зима холодніша, а літо тепліше, ніж у південних, але коротша, ніж у північних. Максимально висока температура на боці, зверненому до Сонця,  $-33^{\circ}\text{C}$ , найнижча - поблизу південного полюса  $-139^{\circ}\text{C}$ , поблизу північного полюса  $-123^{\circ}\text{C}$ .

В атмосфері Марса спостерігаються хмари і присутній більш-менш щільний серпанок із дрібних часток пилу й кристаликів льоду. За відсутності хмар видно, що газова оболонка Марса значно прозоріша, ніж земна, і ультрафіолетові промені, небезпечні для живих організмів, впливають на планету. Сонячна доба на Марсі триває 24 години 39 хв. Марсіанський рік триває близько 686,9 днів.



**Марс має два невеликі супутники - Фобос (27 км) і Деймос (15 км).** Супутники обертаються синхронно з планетою (у площині її екватора) по кругових орбітах радіусом 6 і 20 тис. км відповідно. За допомогою космічних апаратів встановлено, що супутники мають неправильну форму й у своєму орбітальному положенні залишаються поверненими до планети завжди одним і тим же боком.

Поверхня супутників складається з дуже темних мінералів і вкрита численними кратерами, один із яких (на Фобосі) має поперечник близько 5,3 км. Кратери, найімовірніше, виникли в результаті метеоритного бомбардування, а походження системи рівнобіжних борозен залишається невідомим.

Кутова швидкість орбітального руху Фобоса настільки велика, що він, обганяючи осьове обертання планети, сходить, на відміну від інших світил, на заході, а заходить на сході.

## 2. Планети Гіганти.

Юпітер, Сатурн, Уран та Нептун називають планетами-гігантами. Ці планети Сонячної системи найбільші за розмірами та масою.

**Юпітер** <sup>24</sup> - найбільша планета цієї групи і 5 планета від Сонця. Вісь обертання Юпітера майже перпендикулярна до площини його орбіти, тому сезонних змін умов освітлення на ньому немає.

Юпітер — найбільша планета Сонячної системи, газовий гігант. Його екваторіальний радіус дорівнює 71,4 тис. км, що в 11,2 рази перевищує радіус Землі.

Юпітер — єдина планета, для якої центр мас із Сонцем перебуває поза межами Сонця (на відстані приблизно 7% сонячного радіуса).

Маса Юпітера в 2,47 рази перевищує сумарну масу всіх інших планет Сонячної системи, разом узятих, в 317, 8 разів — масу Землі і приблизно в 1000 разів менше



маси Сонця<sup>[18]</sup>. Густина ( $1326 \text{ кг/м}^3$ ) приблизно дорівнює густині Сонця і в 4,16 разів поступається густині Землі ( $5515 \text{ кг/м}^3$ ). Сила тяжіння на його поверхні (якою зазвичай вважають верхній шар хмар) більш ніж у 2,4 рази перевершує земну: тіло, яке має масу, наприклад, 100 кг, буде важити стільки ж, скільки на поверхні Землі важить тіло масою 240 кг. Це відповідає прискоренню вільного падіння  $24,79 \text{ м/с}^2$  на Юпітері (проти  $9,80 \text{ м/с}^2$  для Землі).

Середня відстань між Юпітером і Сонцем становить 778,57 млн км (5,2 а. о.), а період обертання дорівнює 11,86 років. Оскільки ексцентриситет орбіти Юпітера дорівнює 0,0488, то різниця відстаней до Сонця в перигелії та афелії становить 76 млн км.

У всіх планет-гігантів обертання навколо осі досить швидке, а густина мала. Внаслідок цього вони значно стиснуті.

Смуги хмар видно на Юпітері навіть у слабкий телескоп. Юпітер обертається зонами - чим ближче до полюсів, тим повільніше. На екваторі період обертання 9 год. 50 хв., а на середніх широтах на кілька хвилин триваліший. Аналогічно обертаються й інші планети-гіганти.

Оскільки планети-гіганти дуже віддалені від Сонця, їх температура (принаймні над їхніми хмарами) дуже низька: на Юпітері -  $145 \text{ }^\circ\text{C}$ , на Сатурні -  $180 \text{ }^\circ\text{C}$ , на Урані й Нептуні ще нижча.

Атмосфери планет-гігантів містять переважно молекулярний водень, а також метан  $\text{CH}_4$  і, мабуть, багато гелію, а в атмосфері Юпітера виявлено ще й аміак  $\text{NH}_3$ . Відсутність смуг  $\text{NH}_3$  у спектрах більш віддалених планет пояснюється тим, що він там вимерз. При низькій температурі аміак конденсується, і з нього, очевидно, складаються видимі хмари Юпітера.

Інтенсивні рухи, що охоплюють хмарний і сусідні з ним шари атмосфери, мають стійкий характер. Зокрема, таким стійким атмосферним "вихором" є знаменита Червона пляма, яку спостерігають на Юпітері вже понад 300 років.

У центрі планети, де температура може досягати кількох тисяч кельвінів, міститься рідке ядро, що складається з металів, силікатів і водню в металічній фазі, яка настає при тиску порядку  $10^{11} \text{ Па}$  (1 млн. атмосфер). У 1975 р. металічну фазу водню вдалося експериментально дістати на Землі, що підтверджує правильність теоретичних розрахунків внутрішньої будови Юпітера

Завдяки магнітному полю Юпітер має пояси радіації, подібні до земних, але значно більші від них. Його магнітосфера простягається на мільйони кілометрів, охоплюючи чотири найбільших супутники. Юпітер - джерело радіовипромінювання. Космічні апарати зареєстрували на ньому могутні спалахи блискавок.



**Сатурн ♄ шоста за віддаленістю від Сонця тат друга за розмірами планета Сонячної системи.**

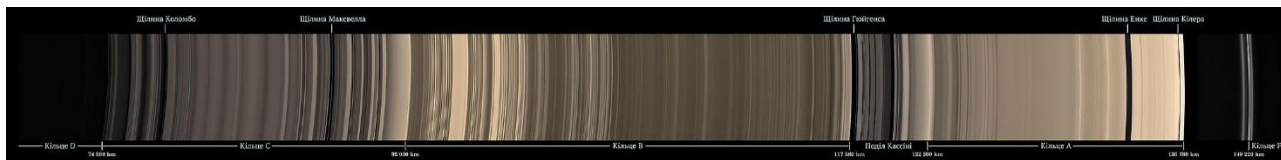
Сатурн швидко обертається навколо своєї осі (з періодом — 10,23 години), складається переважно з рідкого водню і гелію, має товстий шар атмосфери. Навколо Сонця Сатурн обертається за 29,46 земних років на середній відстані 1427

млн км. Екваторіальний діаметр верхньої межі хмар — 120 536 км, а полярний — на кілька сотень кілометрів менший. В атмосфері Сатурна міститься 94 % водню і 6 % гелію (за об'ємом). Його маса у 95 разів більша за масу Землі, магнітне поле трохи слабше за земне. Вважається, що Сатурн має невелике ядро з силікатів і заліза, покрите льодом і глибоким шаром рідкого водню.



Зовнішня атмосфера Сатурна складається на 96.3 % з молекулярного водню і на 3.25 % з гелію по об'єму. Частка гелію в атмосфері Сатурна значно менша ніж на Сонці. Частка вмісту елементів важчих за гелій точно не відома, але припускається, що пропорції такі ж, як і при формуванні Сонячної системи. Повна маса цих важчих елементів оцінюється в 19–31 мас Землі, їх значна частина знаходиться в області ядра Сатурна. В атмосфері було задетектовано сліди аміаку, ацетилену, етану, пропану, фосфіну і метану. Верхні шари хмар складаються з кристалів аміаку, а нижчі шари складаються з гідросульфиду амонію ( $\text{NH}_4\text{SH}$ ) або з води. Ультрафіолетове випромінювання Сонця викликає фотоліз метану у верхніх шарах атмосфери, що приводить до реакцій з утворенням вуглеводнів, які потім опускають нижче завдяки дифузії. Цей фотохімічний цикл модулюється річним сезонним циклом Сатурну.

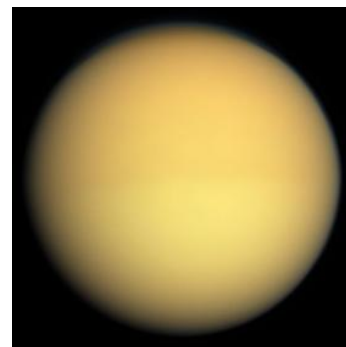
Візитною карткою Сатурна є відомі кільця, що оперізують планету навколо екватора й складаються з безлічі крижаних часток розмірами часток від міліметра до декількох метрів. Вісь обертання Сатурна нахилена до площини його орбіти на  $26^\circ 44'$ , тому під час руху орбітою кільця змінюють свою орієнтацію відносно Землі. Коли площина кілець перетинає Землю, навіть у середні телескопи побачити їх неможливо, тому що товщина кілець — усього кілька десятків метрів, хоча їхня ширина сягає 137 000 км. Кільця обертаються навколо Сатурна і, відповідно до законів Кеплера, швидкість обертання внутрішніх частин кілець більша, ніж зовнішніх.



Існує три головних кільця, названих А, В і С. Вони добре помітні з Землі. Слабші кільця називають D, E та F. При ближчому розгляді кілець виявляється дуже багато. Між кільцями існують щілини, де немає частинок. Найбільшу щілину, яку можна побачити у середній телескоп із Землі (між кільцями А і В), названо щілиною Кассіні. Ясними ночами у потужніші телескопи можна побачити й менш помітні щілини.

Сатурн має понад 80 супутників (до 2000 року було відомо 18) і 12 із них — понад 100 км у діаметрі.

**Титан**, діаметр якого 5150 км, — один з найбільш великих супутників Сатурна. Вважається, що склад і процеси, що відбуваються в атмосфері цього супутника схожі з тими, які мільярди років тому можна було б побачити в земній атмосфері. Його поверхню неможливо роздивитися крізь імлу в густій атмосфері, що складається на 85 % з азоту, близько 12 % аргону і менше ніж 3 % метану.



**Уран**  $\text{\textcircled{U}}$  є сьома від Сонця велика планета Сонячної системи, належить до планет-гігантів. Діаметр Урана в 4 рази, а його маса — в 14,5 рази більша за земні, що робить його третьою за діаметром та четвертою за масою планетою Сонячної системи.

Уран став першою планетою, відкритою у Новий час і за допомогою телескопа. Про відкриття Урана англійський

астроном Вільям Гершель повідомив 13 березня 1781 року, тим самим уперше з часів античності розширивши межі Сонячної системи. Хоча деколи Уран помітний неозброєним оком, ранні спостерігачі ніколи не визнавали Уран за планету через його тьмяність та повільний рух орбітою. Планета названа ім'ям античного божества Урана, уособлення неба та піднебесного простору.

На відміну від інших газових гігантів — Сатурна та Юпітера, що складаються переважно з водню і гелію — у надрах Урана та схожого з ним Нептуна відсутній металічний водень. Проте в них є багато високотемпературних модифікацій льоду — з цієї причини фахівці виділили ці дві планети в окрему категорію «крижаних гігантів». Утім, на відміну від Нептуна, надра Урана складаються здебільшого з льодів і гірських порід.

Основу атмосфери Урана складають водень і гелій. Крім того, в ній виявлені сліди метану та інших вуглеводнів, а також хмари з льоду, твердого аміаку та водню. Уран має найхолоднішу планетарну атмосферу у Сонячній системі з мінімальною температурою 49 К (−224 °С). Вважається, що Уран має складну шарувату структуру хмар, де вода складає нижній шар, а метан — верхній.

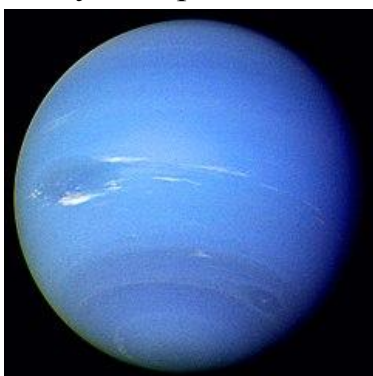
Як і інші газові гіганти Сонячної системи, Уран має систему кілець та магнітосферу. Крім того, навколо нього обертаються 27 супутників. Орієнтація Урана в просторі відрізняється від інших планет Сонячної системи — його вісь обертання лежить ніби на боці відносно площини обертання навколо Сонця. Унаслідок цього планета буває оберненою до Сонця то північним полюсом, то південним, то екватором, то середніми широтами.



Уран має 27 супутників та систему кілець. Всі супутники отримали назви на честь персонажів творів Вільяма Шекспіра та Александра Поупа. Перші два супутники — Титанію й Оберон — 1787 року відкрив Вільям Гершель. Ще два сферичні супутники (Аріель та Умбріель) були відкриті 1851 року Вільямом Ласселом. 1948 року Джерард Койпер відкрив Міранду.



**Нептун** ♆ — планета Сонячної системи, восьма за віддаленістю від Сонця. Вона четверта за розміром у Сонячній системі, третя за масою і належить до планет-гігантів. Її орбіта перетинається з орбітою Плутона в деяких місцях. Також орбіту Нептуна перетинає комета Галлея. Маса Нептуна у 17,2 рази, а діаметр екватора у 3,9 рази більший за земний. Планета названа на честь римського бога морів. Його астрономічний символ — стилізована версія тризубця Нептуна.



Нептун рухається навколо Сонця еліптичною, близькою до кругової, орбітою (ексцентриситет 0,009); його середня відстань від Сонця у 30 разів більша, ніж у Землі, і становить приблизно 4497 млн км. Це значить, що світло від Сонця до Нептуна іде трохи більше ніж 4 години. Тривалість

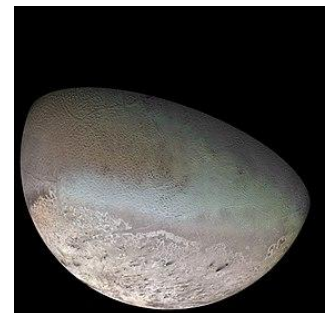
«нептуніанського року», тобто час одного повного оберту навколо Сонця — 164,8 земних років. Власне обертання настільки швидке, що доба на Нептуні триває всього 16 годин. Осьовий нахил Нептуна —  $28,32^\circ$ , що схоже на нахил осі Землі та Марса. Внаслідок цього планета відчуває схожі сезонні зміни. Через довгий орбітальний період Нептуна сезони тривають близько сорока років кожний<sup>[14]</sup>. Оскільки Нептун не має твердої поверхні, його атмосфері властиве диференціальне обертання.

Нептун за своїм складом близький до Урана, а обидві ці планети відрізняються за складом від інших планет-гігантів — Юпітера та Сатурна. Інколи Уран та Нептун відносять до окремої категорії «крижаних гігантів». Атмосфера Нептуна, подібно до атмосфери Юпітера та Сатурна, складається в основному з водню та гелію. Сліди метану в зовнішніх шарах атмосфери є причиною синього забарвлення планети.

В атмосфері Нептуна бушують найсильніші вітри серед усіх планет Сонячної системи. Судячи зі спостережень хмар «Вояджером-2», їх швидкість може досягати 600 м/с. Температура у верхніх шарах атмосфери Нептуна — близько  $-220^\circ\text{C}$ . У центрі планети температура за різними оцінками становить приблизно  $5100^\circ\text{C}$ , що відповідає температурі на поверхні Сонця та в ядрі більшості відомих планет.

Атмосфера Нептуна — це здебільшого водень і гелій з невеликою домішкою метану: синій колір Нептуна є результатом поглинання цим газом червоного світла в атмосфері. В атмосфері Нептуна міститься велика кількість льоду: водного, аміачного, метанового. Також в атмосфері Нептуна є сліди вуглеводнів і, можливо, азоту. Товщина атмосфери — від 10 до 20 % радіуса поверхні, а її маса — не менше 5 і не більше 10 % маси планети. В нижніх шарах збільшується концентрація метану, водяної пари та аміаку, максимальний тиск — 10 ГПа, в 100 000 разів більший земного.

Нептун має 14 супутників, що названі іменами морських божеств в грецькій міфології. Одному з них належить більш як 99,5 % їхньої загальної маси, і лише він масивний настільки, щоб стати сфероїдальним. Це Тритон, відкритий Вільямом Ласселом всього через 17 днів після відкриття Нептуна.



### 3. Карликові планети

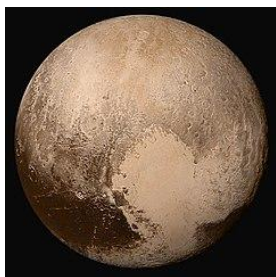
Карликова планета — це небесне тіло, яке обертається навколо Сонця, доволі велике й масивне, щоб мати кулясту форму, не є супутником (планети) і не очищає околиці своєї орбіти. Визначення було ухвалено Міжнародним астрономічним союзом 24 серпня 2006 року на розв'язання проблеми визначення терміну «планета». Для вирішення питання Міжнародним астрономічним союзом було утворено окремий «Комітет визначення планети». Після вивчення питання та обговорення комітет запропонував визначення, згідно з яким планетою слід вважати небесне тіло, що обертається навколо Сонця та під дією власного тяжіння набуло гідростатично рівноважної форми (тобто, форми, близької до кулястої). Визначення було подано на затвердження генеральної асамблеї МАС 16 серпня 2006 року. Відповідно до цього визначення кількість планет сонячної системи мала збільшитися до дванадцяти. Однак учасники асамблеї відхилили таку пропозицію. Дискусія тривала ще шість днів і нарешті 24 серпня було ухвалено остаточне рішення, згідно з яким об'єкт Сонячної системи має задовольняти трьом умовам, аби називатися планетою:

1. Він має обертатися навколо Сонця.



2. Він має бути досить масивним, щоб набути кулястої форми під дією власних гравітаційних сил.
3. На своїй орбіті він має бути «гравітаційною домінантою», тобто, поряд із ним не має бути інших тіл порівнянного розміру, крім його власних супутників або тіл, що перебувають під його гравітаційним впливом.

Плутон не задовольняє третій умові, оскільки його маса становить лише 7 % маси всіх об'єктів на його орбіті. Тому відповідно до рішення МАС Плутон втратив статус планети і його (разом із Церерою, Еридою, Макемаке та Гаумеа) було виділено до окремої категорії *карликових планет*.

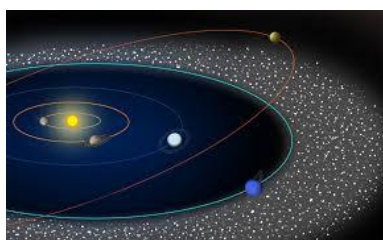


**Плутон (134340 Pluto)** — найбільша відома карликова планета Сонячної системи та найбільший транснептуновий об'єкт, перший відкритий об'єкт поясу Койпера. Дев'яте за розміром та десяте за масою небесне тіло, яке обертається навколо Сонця (без урахування супутників планет).

Про будову надр Плутона відомо дуже мало. Приблизні висновки про його склад можна зробити з його середньої густини, що становить  $1,860 \pm 0,013$  г/см. Ймовірно, Плутон складається з каменю та льоду (здебільшого водяного, судячи з великої поширеності води в Сонячній системі), причому частка каменю становить 60—65%. Колись він мав джерела тепла: це акреція речовини при його утворенні, розпад радіоактивних елементів (що певною мірою триває й досі), а також — за часів, коли він ще не був повернутий до Харона одним боком, — періодичні припливні деформації. За ймовірною версією, колись Плутон зіткнувся з іншим тілом порівнянного розміру, що призвело до утворення у нього супутникової системи, і це також зробило внесок у нагрів його надр. Найімовірніше, всього цього тепла вистачило на плавлення льоду і його відокремлення від каменю, і в такому разі надра Плутона диференційовані — кам'янисте ядро оточено крижаною мантією завтовшки в кількасот кілометрів. За деякими моделями, тепла могло вистачити навіть на утворення підповерхневого океану води, як у деяких супутників планет-гігантів.

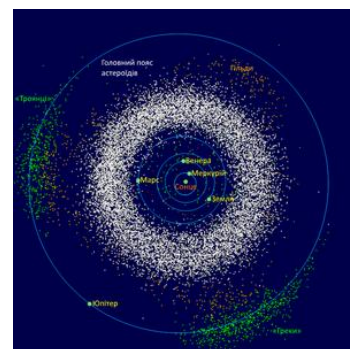
#### 4. Малі тіла Сонячної системи.

Між орбітами Марса й Юпітера є кілька сотень тисяч *астероїдів* — кам'янистих тіл, що обертаються навколо Сонця з періодами в 3—6 років. Вони переважно мають



розміри від кількох метрів до 100 км і неправильну форму. Водночас найбільші з них мають майже кулясту форму і в поперечнику досягають сотень кілометрів. Сімейство цих тіл називають

внутрішнім, або головним, поясом астероїдів, на відміну від інших сімейств схожих об'єктів. Походження *поясу астероїдів* пояснюють дією потужного гравітаційного поля Юпітера, який згрупував ці малі тіла. Їх вважають найдавнішими об'єктами Сонячної системи. Тому вивчення астероїдів допомагає розкрити таємницю походження нашої планетної системи.

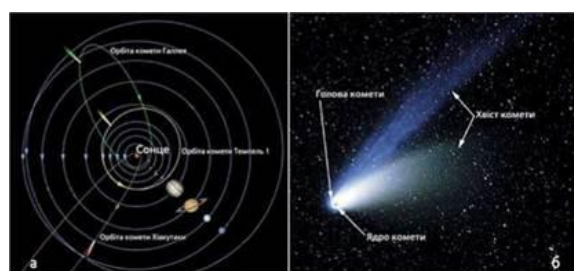


На початку 50-х років ХХ ст. астроном Дж. Койпер висловив припущення про існування малих і середніх за розмірами твердих тіл, що заповнюють в Сонячній системі ділянку космічного простору за орбітою Нептуна. У наступні роки ця



гіпотеза блискуче підтвердилася. *Пояс Койпера* складається зі щонайменше 100 000 льодяних тіл розмірами понад 10 км. Основна їх маса зосереджена переважно в смузі 30—50 а. о. від Сонця. Припускають, що тіл з розміром понад 1 км у поясі Койпера є майже 10 млрд. Як і астероїди, об'єкти поясу Койпера — це залишки речовини, з якої утворилася Сонячна система.

Ще один різновид малих тіл — *комети* — льодяні брили з поперечником максимум у десятки кілометрів, забруднені твердими частинками. Ті з них, що входять до складу Сонячної системи, рухаються навколо Сонця по витягнутих еліптичних орбітах. З наближенням до Сонця лід починає сублимувати (переходити в газоподібний стан, оминаючи рідку фазу), тягнучи за собою пилінки. Яскравість комети на зоряному небі зростає, і вона може перетворитися на дивовижне видовище. Нову, раніше невідому, комету називають прізвиськом її першовідкривача (наприклад, комета Гейла — Боппа).



У кометах розрізняють голову й характерний хвіст. Голова комети складається з невеликого ядра і світної газової оболонки навколо нього — коми. Оболонка світить

відбитим сонячним світлом, й інколи її поперечник досягає діаметра Сонця (майже 1400 тис. км), а протяжність хвоста — сотень мільйонів кілометрів. Водночас речовина, з якої складаються голова (за винятком ядра) і хвіст комети, надзвичайно розріджена. Після кількох сотень обертів навколо Сонця комета втрачає леткі (схильні до випаровування) речовини й перетворюється на темне тіло, схоже на астероїд. Частинки, викинуті з ядра у хвіст комети, утворюють метеорний потік, який ще довго рухається тією самою орбітою, що й вона. Перетинаючи орбіту Землі, частинки потрапляють у земну атмосферу й утворюють у небі явище метеорів. Якщо кількість метеорів унаслідок зустрічі Землі з орбітою метеорного потоку істотно збільшується, говорять про *метеорний дощ*. Часом метеор може бути таким яскравим, що затьмарює найяскравіші зорі й навіть планети. Його називають *болідом*.



Космічне тіло, що досягло поверхні Землі, називають метеоритом. Залежно від маси тіла та швидкості, з якою воно входить в атмосферу, внаслідок його падіння може утворитися кратер. На Землі є такі кратери різних розмірів — до сотень кілометрів у діаметрі. Але вони руйнуються впродовж геологічних проміжків часу. До найвідоміших земних метеоритних кратерів належить Аризонський кратер діаметром 1200 м.



Давні структури, що утворилися внаслідок падіння космічних об'єктів на поверхню Землі, називають астроблемами. В Україні виявлено 7 астроблем, найбільша з яких Бовтиська западина поперечником 25 км у Кіровоградській області. Всі вони, крім Іллінецької у Вінницькій області з поперечником 4,5 км і віком 400 млн років, поховані під товщею осадових порід.

## Домашнє завдання:

- написати конспект у вигляді таблиць

Назва тіла	Маса	Розмір (діаметр).	Густина	Хімічний склад.	Атмосфера	Наявність твердої поверхні	Кількість супутників та їх назва	Швидкість обертання навколо власної осі.	Температура	Наявність кілець
Меркурій,										
Венера,										
Земля,										
Марс,										
Юпітер,										
Сатурн,										
Уран,										
Нептун.										
Плутон										

Назва тіла	Маса	Розмір	Форма	Хімічний склад.	Особливості руху
астероїд					
пояс астероїдів					
комета					
метеорит					
метеорний дощ					
болід					

- Зробити презентацію про одну з планет Сонячної системи з використанням Інтернет – ресурсів

**Зворотній зв'язок**

**E-mail [vitasergiivna1992@gmail.com](mailto:vitasergiivna1992@gmail.com)**

**!!!! у повідомленні з д/з не забуваєм вказувати прізвище, групу і дату уроку.**