**Урок 10. Тема:**

**Малі тіла сонячної системи**

*Мета:* ознайомити учнів з правилом Тиціуса - - Боде; дати учням відомості

про астероїди, комети та їхні основні характеристики; сформувати

уявлення учнів про астероїдну небезпеку. *Основні поняття:* астероїд, пояс астероїдів, комета, ядро, кома, хвіст, метеор,

метеорит, болід, метеоритний дощ, астроблема. *Тип уроку:* комбінований *Обладнання:* фотографії комет. *Учні повинні мати уявлення про:* природу та історію відкриття малих тіл сонячної

системи. *Учні повинні знати:* основні характеристики малих тіл Сонячної системи.

**Загальна структура та зміст уроку**

/. *Організаційний момент.*

*II. Перевірка домашнього завдання*

*Тест \. Яка* з планет не належить до земної групи?

а) Марс; б) Меркурій; в) Плутон; г)Венера.

2. На якій планеті є Велика Червона Пляма?

а) Земля; б) Марс; в) Уран; г) Юпітер!

3. Яка з названих планет має найменше супутників?

а) Марс; б) Сатурн; в) Земля; г)Уран.

4. Хто відкрив планету Уран?

а) Галілей; б) Гершель; в) Ньютон; г) Гюйгенс.

5. На якій із планет розташований вулкан Олімп?

а) Марс; б) Меркурій; в) Земля; г)Венера.

6. Яка з планет розташована між Юпітером і Ураном?

а) Марс; б) Плутон; в) Нептун; г) Сатурн.

7. Уміст якої речовини в атмосфері спричиняє парниковий ефект?
а) Кисень;б) вуглекислий газ;

в) метан; г) етиловий спирт.

8. Яка із планет не є планетою-гігантом?

а) Марс; б) Уран; в) Нептун; г) Сатурн.

9. Яка планета є найбільшою у Сонячній системі?

а) Сатурн; б) Юпітер; в) Земля; г) Нептун.

10. Який супутник є найбільшим у Сонячній системі?
а)Ганімед; б) Місяць; в) Титан; г)Фобос.

11. Яку особливість має супутник Титан?
а) Має найменшу масу;б) має атмосферу;

в) має озера та річки; г) має свій супутник.

12. Рік відкриття якого супутника невідомий?

а) Фобоса; б) Нереїди; в) Місяця; г) Міранди. ///. *Повідомлення теми, мети уроку IV. Вивчення нового матеріалу*

*Розповідь учителя про комети та астероїди можна замінити заслуховуванням доповідей учнів, які готували відповідні реферати.*

У 1766 році німецький фізик та математик Й. Тиціус (1729-1796) запропонував емпіричне правило, згідно з яким наближено визначались відстані від Сонця до планет. Завдяки працям німецького астронома Й. Боде (1747 — 1826) ця закономірність стала загальновідомою. Правило Тиціуса — Боде:

г = (0,3 -2"+0,4) а.о.

Для Меркурія *п = -* оо, для Венери *п -* 0, для Землі *п* = 1 і т.д.

Згідно з правилом Тиціуса — Боде, на відстані 2,8 а. о. від Сонця (для *п =* 3) мала б рухатися планета. У 1789 році розпочалися інтенсивні пошуки ще однієї планети між Марсом та Юпітером, які швидко увінчалися успіхом. 1 січня 1801 року італійський астроном Дж. Піацці (1746-1826) виявив у телескоп зореподібний об'єкт 7-ї зоряної величини, який рухався сузір'ям Тельця. Орбіта світила виявилася планетною. Піацці назвав відкриту планету Церерою. 28 березня 1802 року німецький астроном та лікар В. Ольберс (1758-1840) виявив ще одну малу планету — Палладу. Ще за п'ять років були відкриті Юнона та Веста. Малий блиск вказував на відносно незначні розміри виявлених об'єктів, їх назвали *малими планетами* або, за пропозицією Вільяма Гершеля, ***астероїдами*** (від грецького азіег — *зоря,* еісіоз — *вигляд).*

До 1890 року візуальними методами відкрили близько 320 астероїдів. У 1891 році німецький астроном М. Вольф (1863-1932) запропонував фотографічний метод пошуків: при 2-3 годинній експозиції зображення зір на фотоплівці виходили точковими, а слід рухомого астероїда — невеликою рискою. Відтоді кількість відкритих малих планет різко зростає. Зараз відомо понад 15000 астероїдів, але вчені вважають що в Сонячній системі їх сотні тисяч. Зауважимо, що астрономи Кримської астрофізичної обсерваторії відкрили понад 550 малих планет.

Переважна більшість (98%) малих планет рухається між орбітами Марса та Юпітера, на середніх відстанях від Сонця від 2,06 до 4,30 а. о., утворюючи ***пояс астероїдів.*** За однією гіпотезою, ці астероїди — рештки великої планети, що рухалась між Марсом і Юпітером, і була зруйнована чи то гравітацією Юпітера, чи то катастрофічними зіткненнями з великим космічним тілом. Гіпотетична планета навіть отримала назву Фаетон. Все ж переважає думка про неможливість формування великої планети поблизу Юпітера через його припливні сили.

Сумарна маса всіх астероїдів, імовірно, не перевищує 0,001 *М* Найбільшу масу має Церера — 1,5-1 021 кг. Розміри більшості малих планет незначні. Найбільшими є Церера (діаметр до 1000 км), Паллада (610 км), Веста (540 км) І ГІгІя (450 км). Тільки 14 астероїдів мають розміри понад 250 км. Усі астероїди (можливо, за винятком найбільших) мають неправильну форму, тобто є брилами твердого матеріалу. Усі астероїди слабкіші за *б т,* їх видно лише в телескоп. Найяскравішою з малих планет є Веста (6,5 га).

Є багато астероїдів, траєкторії яких не лежать між Марсом та Юпітером.
Зокрема, унікальну орбіту має Ікар — у перигелії він долітає до Сонця удвічі ближче,
ніж Меркурій (нагріваючись до +730°С), а в афелії віддаляється за орбіту Марса.
Астероїд Гідальго, навпаки, у перигелії перебуває біля Марса, а в афелії добирається
аж за Сатурн. Р #, <\*

Жодна з малих планет не має атмосфери, але, виявляється, є астероїди, які мають супутники (американська міжпланетна станція «Галілей» у 1993 році передала зображення малої планети Іди (поперечником 56 км), біля якої обертається супутник — півторакілометрова брила).

1 листопада 1977 року американський астроном Ч. Коуелл виявив астероїд Хірон, незвичайний тим, що рухається між Сатурном і Ураном. У 1990-х відкрили ще кілька подібних тіл, що рухаються між орбітами далеких планет. Ці об'єкти назвали «кентаврами». До січня 2000 року було відомо 16 таких астероїдів, 5 із них, досліджені найкраще, отримали назви: Хірон, Фол, Несе, Асбол та Харікло.

ЗО серпня 1992 року астрономи обсерваторії Мауна-Кі (Гаваї, СІЛА) сфотографували малу планету, орбіта якої розташована зовні плутонової. Згодом виявили цілий рій подібних тіл — пояс Койпера. До листопада року було відомо понад 400 планетоїдів (так ще називають астероїди поясу Койпера) — достатньо великих, укритих метановим льодом, брил. На початку 2001 року перший планетоїд отримав ім'я Варуна. Цей астероїд діаметром понад 1000 км рухається навколо Сонця з періодом 285 років майже в одній площині з Плутоном (нахил орбіти Варуни до екліптики 17,2°). 1 липня року виявили величезний планетоїд 2001КХ76. За даними Міжнародного астрономічного союзу від 11 серпня 2001 року, КХ76 є найбільшою відкритою малою планетою Сонячної системи. Розміри цього астероїда від 1200 до 1400 км, тобто більше половини діаметра Плутона. Пояс Койпера починається за орбітою Нептуна і простягається на відстань понад 150 а. о. Відкриття величезних планетоїдів поставило під сумнів належність Плутона до великих планет. Деякі вчені схильні називати дев'яту велику планету лише найбільшим астероїдом з поясу Койпера. Дослідження тривають.



***Комети*** (від грецького кшпеїез — *довговолосий)* — один із класів малих тіл Сонячної системи. Далеко від Сонця у комет нема атмосфери і вони нічим не відрізняються від астероїдів. При наближенні до Сонця, на відстані близько 11 а. о. у них з'являється газова оболонка неправильної форми — *кома.* Кому разом з ядром комети називають ***головою комети.*** На відстанях 3—4 а. о. від Сонця у комети під дією сонячного вітру утворюється ***хвіст,*** який стає добре помітним (див. рис. 1).

Є комети, які не належать Сонячній системі. Вони, рухаючись по параболічній траєкторії, пролітають біля Сонця і зникають у міжзоряному просторі. Такі комети називають параболічними.

Комети, що належать Сонячній системі, називають ***періодичними.*** Вони рухаються навколо Сонця по еліптичних орбітах із різноманітними ексцент­риситетами і нахилами до площини екліптики. Зараз відомо близько 330 таких об'єктів.

На відміну від планет та більшості астероїдів, які мають стабільні еліптичні траєкторії, орбіти більшості комет не є ідеально еліптичними. Гравітація планет, особливо Юпітера і Сатурна, повз які пролітає комета, суттєво змінює її орбіту. Тому реальна траєкторія цих об'єктів у міжпланетному просторі складна, і методи небесної механіки дають можливість встановити тільки середню, наближену орбіту комет.

Залежно від періоду обертання навколо Сонця комети поділяють на дві групи:

* короткоперіодичні (період менший ніж 200 років);
* довгоперіодичні (період більший ніж 200 років).

Венери, скинули в її атмосферу блоки з науковою апаратурою і попрямували до комети Галлея. До цієї комети були послані ще дві космічні станції — японська «Суісей» (з японської «комета») та західноєвропейська «Джотто». Першою до комети Галлея наблизилась «Вега-1», пройшовши на відстані 9 000 км від ядра. Через два тижні «Вега-2» наблизилась І на 8 000 км до ядра. Дані про рух радянських станцій дозволили скоректувати траєкторію «Джотто» і цей апарат пройшов через голову комети на відстані 600 км від ядра. Апаратура міжпланетних станцій передала надійні дані про комету Галлея.

Про походження комет є кілька гіпотез. Одна з них, запропонована ні­дерландським астрономом *Я.* Оортом (1900-1992), полягає у тому, що на околицях Сонячної системи є хмара комет — так звана ***хмара Оорта.*** Вони сформувалися з залишків протопланетної хмари. У хмарі Оорта на відстані 100-150 тис. а. о. від Сонця перебувають сотні мільярдів комет. Унаслідок збурень у русі комети покидають хмару і наближаються до Сонця. Одні, промайнувши раз, назавжди покидають Сонячну систему, а інші під дією гравітації великих планет приєднуються до їхніх кометних сімей і періодично обертаються навколо Сонця.

При кожному наближенні до Сонця комети втрачають частину своєї речовини і з часом руйнуються. Наприклад, підраховано, що у момент проходження перигелію з комети Галлея щосекунди випаровується 45 тонн газу та 5-8 тонн пилу. Зараз маса ядра комети близько 61010 тонн. Цієї речовини, ймовірно, вистачить ще на 120 000 років, за які комета зробить приблизно 1600 обертів.

Якщо у ядрі є тверда кам'яна брила, то, втративши льодову оболонку, комета, напевно, стає астероїдом (виявлено кілька астероїдів із траєкторіями, схожими на кометні). Коли комета цілком руйнується, то утворюється рій дрібних частинок, розпорошених уздовж кометної орбіти.

При потраплянні в атмосферу Землі дуже швидкої частинки (11-73км/с) спостерігається короткочасний спалах —***метеор*** (від грецького теїеога — атмосферні і небесні явища). Безхмарної ночі неозброєним оком можна помітити в середньому до 10 метеорів за годину, а радіолокаційними методами за добу реєструють близько 1 млн. метеорів.

Переважна більшість метеорних частинок має дуже малу масу (0,01-0,001 г) і руйнується на висотах 80-110 км. Що більша маса і розміри метеорної частинки, то яскравішим є метеорний спалах.

Дуже яскраві метеори (яскравіші *--З")* називаються ***болідами*** (від грецького Ьоіісіоз — метальна зброя). Болід виникає при вторгненні в атмосферу метеорної частинки значної маси (понад 100 г). Болід має яскравий хвіст з іонізованих газів і пилових частинок. Політ боліда часто супроводжується гуркотом, свистом, сюрчанням і закінчується падінням метеорита.

***Метеорити*** — кам'яні або залізні тіла, що падають на Землю з міжпланетного простору. Метеорити є залишками метеорних тіл, що не повністю зруйнувалися в атмосфері при русі, під час якого їхня поверхня нагрівається до 2500-3000°С, плавиться і випаровується. Дрібні частинки руйнуються повністю, а більші, втративши до 90% маси, падають на поверхню Землі. Дотепер у світі зібрано близько 3000 метеоритів масою від кількох грамів до кількох десятків тонн.

Щороку на поверхню Землі падає близько 500 метеоритів, але в середньому лише 20 із них знаходять. Узагалі більшість метеоритів знайдені випадково. Найбільший залізний метеорит Гоба знайдений у 1920 році на території Намібії

*(прийнято називати метеорити за назвою населеного пункту, найближчого до місця падіння). Маса цього метеорита 60 тонн, а форма схожа на плиту ЗмхЗмхІм.*

*Наука, яка вивчає хімічний і мінералогічний склад метеоритів, називається* метеоритикою. *За її даними, метеорити складаються з таких елементів: Ре, N1, 8і, С, А1, М§, 8, Са, О тощо.*

*За хімічним складом метеорити поділяють на три групи: кам'яні (їх випадає 92%); залізно-кам'яні (2%); залізні (6%).*

*Найчастіше метеорити знаходять в Антарктиді та у сухих кам'янистих пустелях Австралії і Намібії. Винятково рідкісним явищем є падіння гігантських метеоритів масою 105-106 тонн. Маючи величезну кінетичну енергію, ці тіла проходять крізь атмосферу і вибухають, вдарившись у Землю. На місці падіння утворюється метеоритний кратер величезних розмірів —* астроблема,

*Дотепер на Землі виявлено понад 230 великих метеоритних кратерів діаметром до 65 км. Наприклад, діаметр Аризонського метеоритного кратера 1207 м, глибина 174 м, а висота оточуючого валу 40-50 м.*

***КАССІОПЕЯ***

*\**

*'\* \*

*\*

Радіант **метеорного потоку Персеїв**

***1 ПЕРСЕЙ***



*Крім окремих метеорних частинок, навколо Сонця рухаються цілі їх рої. Вони породжені кометами, які руйнуються або вже зруйнувалися. Що старший потік, то більше він розтягнутий по орбіті. Кожен метеорний рій обертається навколо Сонця з періодом, що дорівнює періоду комети, яка його породила. Іноді Земля зустріча­ється з такими роями. У ці дні кількість*

*метеорів значно зростає, а якщо*

*метеорний рій компактний, то*

*спостерігаються* **метеорні, *або* зоряні,**

**дощі.** *Тоді у невеликій частині неба за*

*хвилину спалахують сотні метеорів і здається, що всі вони вилітають з однієї точки*

***—*радіанта.** *Метеорні потоки називають відповідно до сузірїв, у яких лежать їхні*

*радіанти. Найпомітнішими потоками є Ліриди (20-24 квітня), Аквариди (1-9 травня),*

*Персеїди (5-18 серпня) (див. рис. 3), Драконіди (10 жовтня), Оріоніди (20-24*

*жовтня), Леоніди (15-17 листопада), Гемініди (10-16 грудня).*

*Підраховано, що за добу на Землю випадає близько 100 тонн метеорної речовини.*

V. Закріплення нових знань.

VI. Підведення підсумків уроку

VII. Домашнє завдання *Опрацювати §16.*