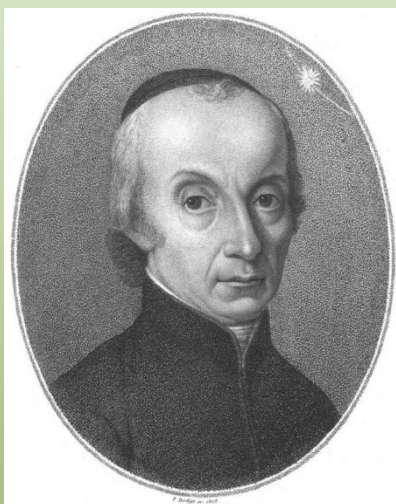


Малі тіла Сонячної системи

План уроку

1. Астероїди.
2. Таємниці астероїдів.
3. Небезпечні астероїди.
4. Метеори та метеорити.
5. Загадка Тунгуського метеорита.
6. Комети.
7. Планети-карлики.

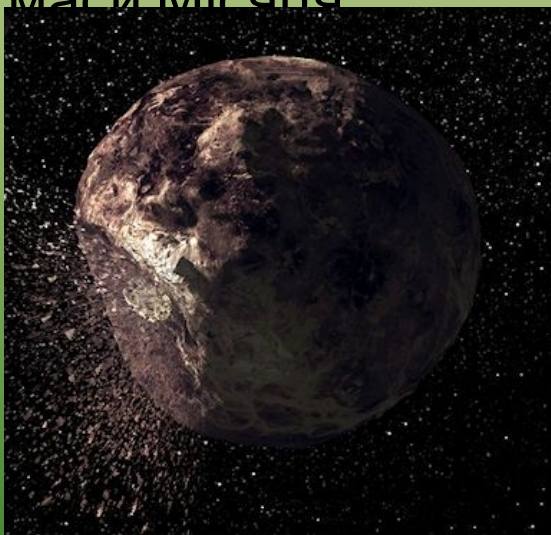


1. Астероїди.

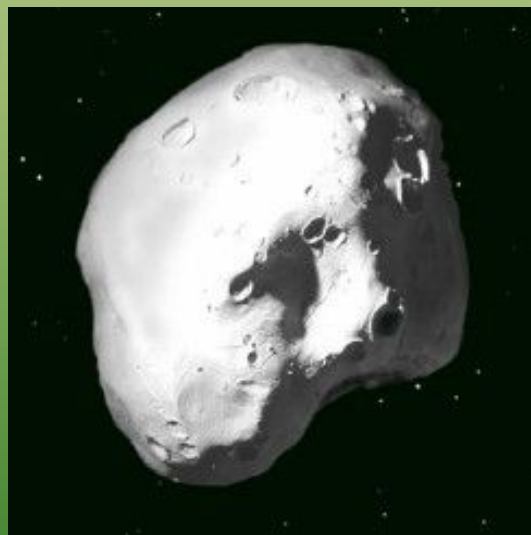
Перший астероїд (від грец.— *зореподібний*) відкрив італійський астроном Д. Піацці (1746—1826). У ніч на 1 січня 1801 р. він побачив слабку зорю, яка наступного вечора трохи перемістилася. Новій планеті дали назву **Церера** (за римською міфологією — богиня землеробства). За Церерою почали уважно спостерігати — вона виявилася невеликою, навіть меншою, ніж Місяць, але оберталася навколо Сонця між орбітами Марса і Юпітера.



Через кілька років недалеко від Церери виявили ще одну малу планету — її назвали **Палладою** (одним з імен богині мудрості *Афіни*). Потім були відкриті ще дві — **Юнона** й **Веста**. Потім довели, що перший відкритий астероїд є і найбільший за розмірами — діаметр Церери дорівнює 960 км. Цереру відносять до класу *планет-карликів*. На січень 2011 р. зареєстровано понад 500000 астероїдів, і найменші з них мають діаметр усього кілька десятків метрів. У телескопи диски цих тіл розрізнити неможливо — вони мають вигляд світлих точок. Сумарна маса всіх астероїдів не перевищує 0,1 маси Місяця.



Паллада



Юнона



Веста

Астероїдам надають порядковий номер і назву, яку пропонує автор відкриття. Спочатку за традицією астероїдам надавали назву на честь міфологічних богинь, але з часом число відкритих малих планет перевершило все «божественне» населення Олімпу, тому зараз нові космічні тіла називають на честь країн, міст, видатних учених, поетів і діячів мистецтва. Велику кількість малих планет відкрив у Кримській астрофізичній обсерваторії астроном М. С. Черних (1931—2006).

Найбільші астероїди

Номер і назва Діаметр,
 км

1	Церера	960
2	Паллада	608
3	Веста	555
10	Гігія	450
31	Єфросинія	370
52	Європа	289
65	Кибела	309
451	Пацієнція	276
511	Давида	323
704	Інтерамнія	350

Деякі астероїди, назви яких пов'язані з Україною

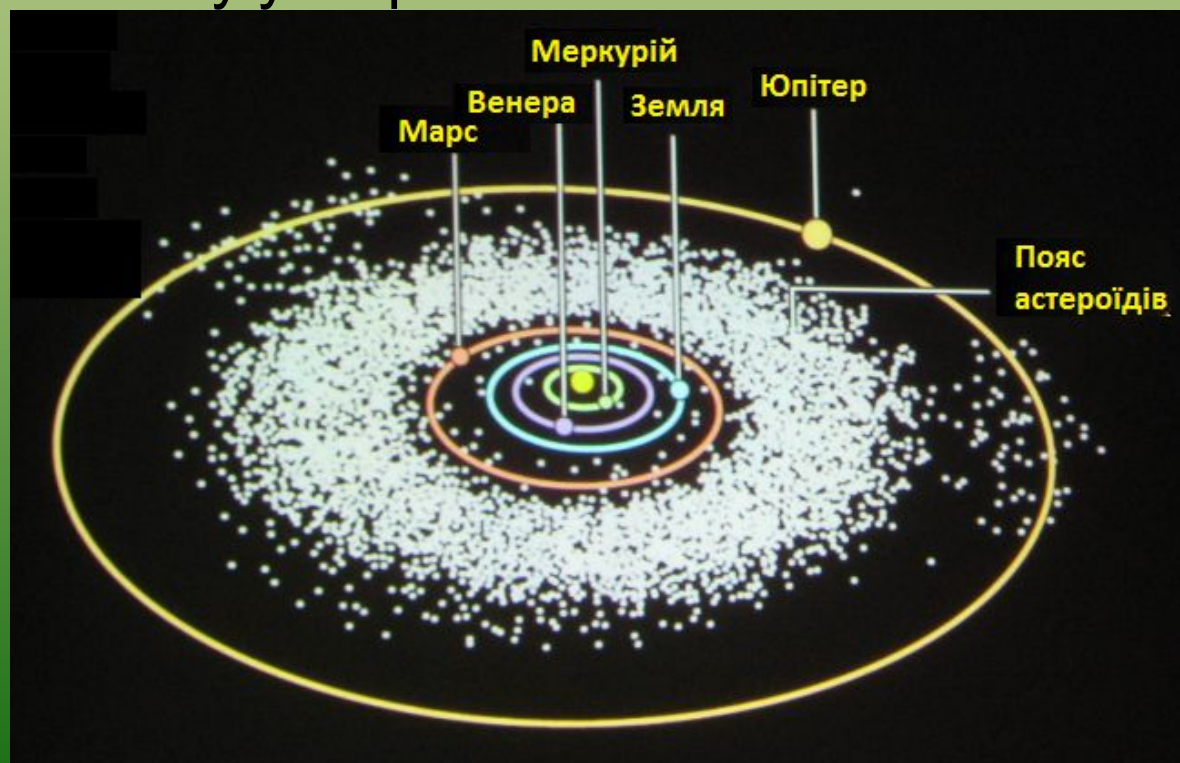
Номер	Назва
1709	Україна
1855	Корольов
2164	Ляля
2171	Київ
2325	Черних
2427	Кобзар
2428	Каменярь
2606	Одеса
2616	Леся
2728	Яцків
2883	
Барабашов	
3084	Кондратюк

2. Таємниці астероїдів

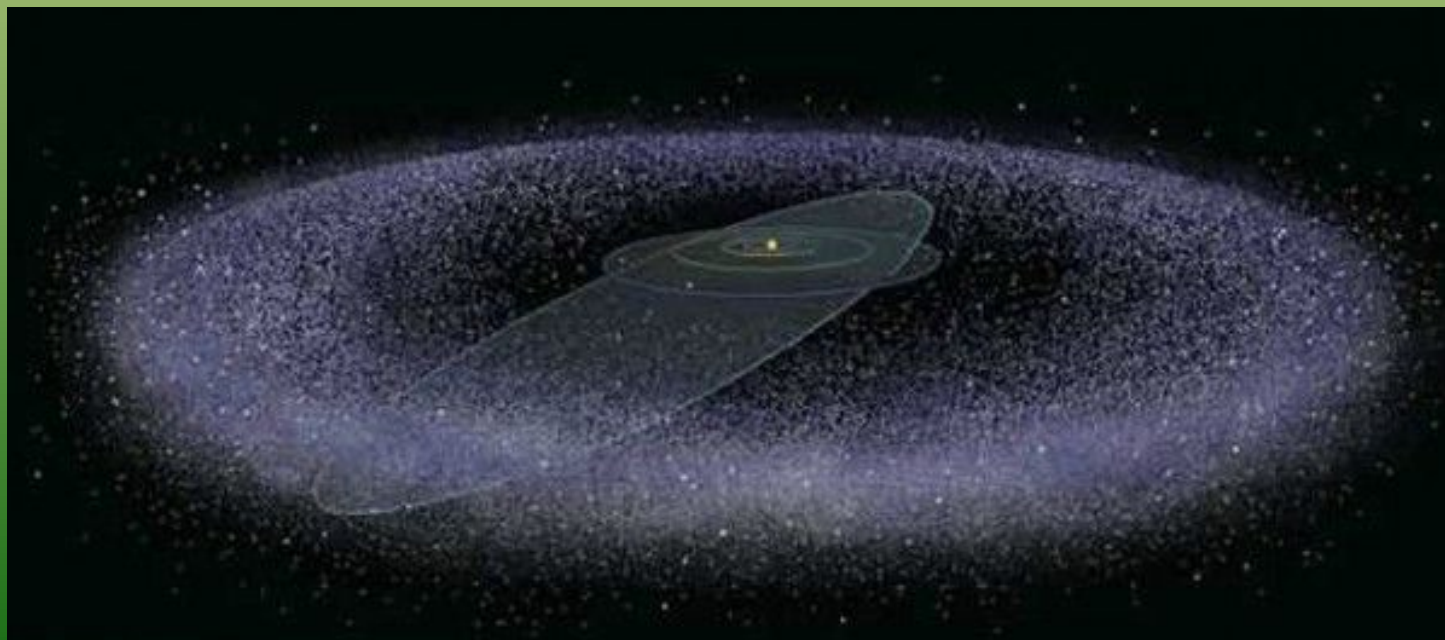
Чому між Марсом та Юпітером розташована не одна велика планета, а безліч малих тіл? Для пояснення цієї загадки німецький астроном Г. Ольберс (1758—1840) висунув гіпотезу, що між Марсом та Юпітером колись існувала планета *Фаєтон*, яка чомусь вибухнула. Причиною катастрофи могла бути зустріч планети з іншим космічним тілом.



На користь теорії вибуху планети свідчить те, що більшість астероїдів мають вигляд осколків неправильної форми. Сучасні дослідження розподілу орбіт малих планет показують, що, швидше за все, між Марсом та Юпітером великої планети ніколи не було, а **пояс астероїдів** — це залишки тої речовини, з якої 4,5 млрд. років тому утворилися планети Сонячної системи.



За орбітою Нептуна розташоване кільце маленьких планетоподібних тіл (так званий **пояс Койпера**), які через гравітаційні збурення можуть змінювати параметри своєї орбіти. Зіткнення з іншою планетою або супутником спричинить руйнування цих тіл і утворення окремих фрагментів, які будуть обертатися по самостійних орбітах. Якщо врахувати, що ймовірність зустрічі осколків зростає зі збільшенням їхньої кількості, то пояс астероїдів може бути своєрідною машиною для дроблення космічних тіл на менші фрагменти.



3. Небезпечні астероїди

Найбільшу увагу астрономів привертають астероїди групи Аполлона, Амура і Атона, бо в перигелії вони наближаються до Землі або навіть перетинають її орбіту. Наприклад, у 1932 р. астероїд 1862 Аполлон (діаметр 3 км) пролетів мимо Землі на відстані 0,028 а.о. Ще ближче від Землі у 1994 р. пролетів астероїд 1994 ХМ1 — від катастрофи нас відділяло всього 112000 км у просторі та 1 година у часі.

**У 2004 р. відкрили 320-
метровий
небезпечний астероїд
Апофіс, який 13 квітня
2029 р. пролетить
мимо Землі на
відстані близько 37000**

Хоча ймовірність зустрічі з окремим астероїдом досить мала, але, враховуючи їхню значну кількість і глобальні наслідки зіткнення, *ступінь ризику* загинути від космічної катастрофи виявився таким самим, як від звичайної повені або авіакатастрофи. За сучасними даними, існують близько 2000 астероїдів із діаметром більше ніж 1 км і кілька сотень тисяч із діаметром більше 100 м, які перетинають орбіту Землі. Під час зустрічі Землі з астероїдом діаметром 1 км виділиться енергія, яка еквівалентна вибухові мільйонів атомних бомб. Крім того, викид пилу в атмосферу призведе до утворення суцільної хмарності, тому поверхня Землі буде отримувати менше сонячної енергії. Зниження температури спричинить похолодання атмосфери, що призведе до зниження температури на поверхні Землі.



Для врятування нашої цивілізації створений міжнародний Фонд «Космічна варта», розроблена програма пошуків небезпечних астероїдів і комет та обчислення їх орбіт. Значний внесок у ці дослідження зробили українські астрономи Києва (В.Кручиненко, К. Чурюмов), Криму (М.Черних) і Харкова (Д.Лупішко).



4. Метеори та метеорити

Назви *метеор* і *метеорит* у перекладі з грецької означають: «той, що перебуває у повітрі». Астрономи колись вважали, що падаючі зорі — суто атмосферне явище, щось подібне до звичайної блискавки.



Метеорні частинки — це космічний пил, який ніколи не долітає до поверхні Землі, бо він згоряє та випаровується в атмосфері на висоті кількох десятків кілометрів. Тобто *метеором*, або *падаючою зорею*, ми називаємо світлове явище, яке викликає іонізоване повітря на шляху польоту метеорної частинки, бо саму мікроскопічну порошинку помітити неможливо.

Метеорити мають більшу масу, тому вони можуть досягти поверхні Землі. Коли метеоритне тіло з великою швидкістю летить в атмосфері, то через опір повітря воно нагрівається до температури вище 10 000 °C і починає світитись, як розжарена куля, яку називають **болідом** (від грец.— *спис*). Під час польоту боліда з надзвуковою швидкістю в атмосфері виникає ударна хвиля, яка створює потужні звукові коливання, тому людина чує сильний гуркіт.

Метеоритне тіло — це фрагмент астероїда, який, обертаючись навколо Сонця, зіткнувся з нашою планетою. Тобто метеорити мають астероїдне походження. Швидкість, з якою метеор чи метеорит влітає в земну атмосферу, залежить від напрямку його руху відносно вектора швидкості Землі. Найбільшу швидкість входження в атмосферу (50—70 км/с) мають ті метеоритні тіла, які летять назустріч руху Землі, коли швидкості боліда та Землі додаються.

Швидкість метеора і метеоритного тіла під час входження в атмосферу Землі не може бути меншою за 11,2 км/с, бо навіть коли астероїдне тіло «доганяє» нашу планету, то через земне тяжіння його швидкість починає зростати. Нині за рахунок метеоритної речовини маса Землі збільшується на 500000 тон за рік.

На Землі астрономи та геологи виявили більше сотні метеоритних кратерів різного діаметра, які називають **астроблемами** (від грец.— *зоряні рани*), але більшість кратерів не збереглася, бо протягом віків атмосферні процеси знищували сліди космічних катаклізмів. Велику кільцеву структуру метеоритного походження діаметром 7 км виявили в Україні в Іллінецькому районі Вінницької області. Геологічні дослідження показують, що початкова маса метеорита була не меншою ніж 10^{11} кг.



5. Загадка Тунгуського метеорита

Найбільшим метеоритом ХХ ст. можна вважати Тунгуський, що впав 30 червня 1908р. в тайзі поблизу ріки Підкам'яна Тунгуска (притока Єнісею) у Сибіру. Його політ в атмосфері спостерігали по трасі завдовжки майже 5000 км. Яскравість боліда була настільки великою, що здавалося, наче від Сонця відділився кусок і



Під час падіння відбувся надзвичайно сильний вибух, який було чути на відстані 2000 км від місця падіння. Сейсмічні станції зареєстрували землетрус, а сейсмічні хвилі двічі обігнули Землю. Розрахунки показали, що при падінні метеорита виділилась енергія 10^{17} Дж — таку енергію виділяє вибух найпотужніших водневих бомб.





У 1926 р. Академія наук України організувала першу експедицію в район падіння Тунгуського метеорита. Її очолив професор Л.Кулик. Цікава таємниця, яку виявила експедиція,— відсутність кратера та осколків на місці падіння метеорита, тому вчені висунули гіпотезу, що метеорит міг вибухнути в повітрі. Про це свідчать стовбури повалених дерев на місці катастрофи.



Площа поваленого та спаленого лісу займає близько 5000 км^2 , але в епіцентрі повітряного вибуху, де ударна хвиля поширювалася перпендикулярно до поверхні Землі, стовбури дерев не були повалені.

6. Комети

Комети (від грец.— *волохатий*) своїм незвичним виглядом привертають найбільшу увагу людей, бо вони мають дивний красивий хвіст. Комети є залишками космічної речовини, з якої утворилися планети.



За традицією кометі дають назву на честь тих астрономів, які першими побачили її на небі. Часто комети відкривали аматори астрономії і навіть школярі. На честь українських астрономів названі комети Герасименка, Неуйміна, Скоритченка, Черних, Чурюмова, Шайна.



Найзнаменитішою кометою можна вважати *комету Галлея*, яку спостерігають вже кілька тисячоліть. Директор Гринвіцької обсерваторії Е.Галлей (1656— 1742) вперше визначив орбіту комети, яку було видно у 1682 р. Для цього він вивчив стародавні літописи і звернув увагу на те, що одна з комет з'являлася на небі з постійним періодом 76 р. За допомогою третього закону Кеплера Галлей визначив велику піввісь орбіти та передбачив її появу у 1758 р. Останній раз комету Галлея спостерігали у 1986 р., а наступний її приліт до Землі очікується у 2061 р.



***комета
Галлея та
її ядро***

Тривалий час загадкою для астрономів був довгий хвіст комети, який іноді простягається на мільйони або на сотні мільйонів кілометрів, причому напрямок хвоста змінюється таким чином, що він весь час відхиляється у протилежний від Сонця бік. Здається, що хвіст до Сонця не притягується, а навпаки, відштовхується, начебто від Сонця дме своєрідний вітер. Зазвичай, хвіст комети притягується до Сонця, але для частинок із діаметром меншим ніж 10^{-5} м сила відштовхування стає більшою за силу притягання.

Хвіст комет саме і складається з мікроскопічних частинок космічного пилу, на які діє відштовхувальна сила сонячного вітру.



Ядро комети, з якого утворюється хвіст, складається в основному з льоду. Уперше воно було сфотографоване радянською АМС «Вега» у 1986 р. Діаметр таких крижаних ядер може бути всього кілька десятків кілометрів, тому на великій відстані від Землі їх не видно. Крига у ядрах комет, які часто наближуються до Сонця, випаровується.



Ядро комети Хартлі 2

Від комети залишаються тверді силікатні пилинки, які продовжують рух по орбіті та перетворюються в *метеорні потоки*. Коли Земля перетинає орбіту такого метеорного потоку, спостерігається «зоряний дощ», у цей час на небі можна побачити тисячі метеорів



Датський астроном Я.Оорт висунув гіпотезу, що за орбітою Нептуна можуть бути мільйони таких кометних ядер (**хмара Оорта**), але з них тільки невелика кількість підходить у перигелії близько до Сонця. Під впливом гравітаційного збурення великих планет комети можуть змінити свою орбіту і навіть зіткнутися з ними. Такою катастрофою міг бути також вибух Тунгуського метеорита. У 1994 р. комета Шумейкера—Леві упала на Юпітер. Під час цього зіткнення виділилась енергія, яка дорівнює вибухові мільйонів ядерних бомб.

7. Планети-карлики

Уперше цей новий клас тіл Сонячної системи визначили у серпні 2006 р. на з'їзді Міжнародного Астрономічного Союзу (МАС) у Празі. Тоді ж було змінено статус *Плутона*, який до цього був дев'ятою планетою Сонячної системи: відтепер він став першою *планетою-карликом*.



Після відкриття Нептуна у 1846 р. майже ціле століття астрономи шукали дев'яту планету, яка могла викликати невеликі збурення орбіти Урана, бо гравітаційним впливом Нептуна можна пояснити тільки 98% збурень орбіти цієї планети. Тільки 18 лютого 1930 р. в Ловеллській обсерваторії (США) Клайд Томбо відкрив невідому планету, яка отримала назву Плутон на честь міфічного бога підземного царства.

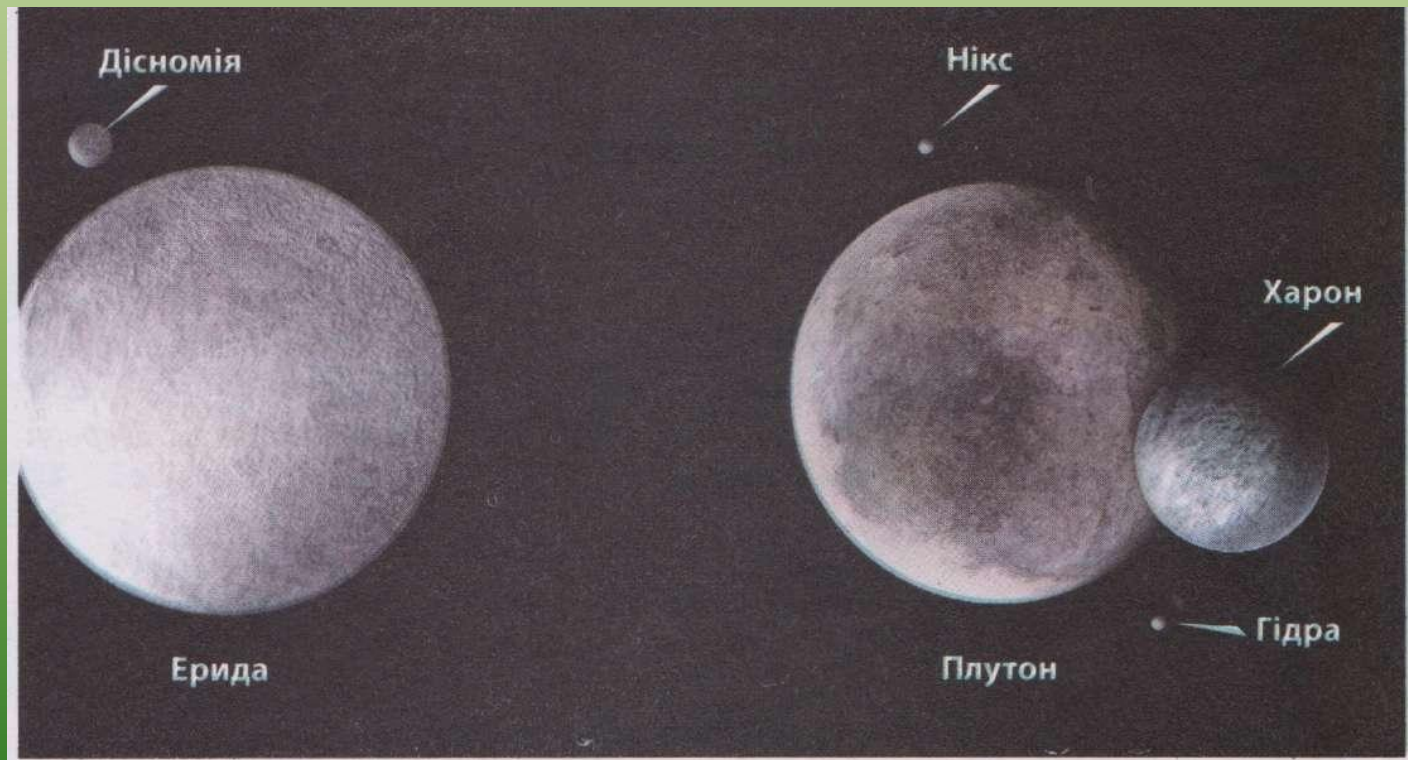
Плутон

Радіус	$0,18 R_{\oplus}$
Маса	$0,002 M_{\oplus}$
Густина	$2,1 \text{ г/см}^3$
Прискорення в.падіння	$g=0,06g_{\oplus}$
Орбіта	$a = 39,5 \text{ а.}$
о.	
Рік	248,6 з.
року	
Доба	6,4 з.доби
Температура	-213°C

У 1978 р. астрономи звернули увагу на те, що на фотографії Плутона видно невеликий виступ на його дискові. Продовжуючи спостереження, учені дійшли висновку, що у Плутона є супутник, який отримав назву ***Харон***. Він обертається навколо планети з періодом 6,4 доби.



У 2006 р. за допомогою космічного телескопа Габбла були відкриті ще два невеликі супутники Плутона — *Нікс* і *Гідра*.



У зв'язку з тим, що Плутон має дуже витягнуту орбіту з великим, у порівнянні з іншими планетами, ексцентриситетом ($e = 0,25$), і за масою і розмірами набагато менший за інші планети Сонячної системи, деякі астрономи вважають, що Плутон був колись супутником Нептуна, адже Юпітер, Сатурн, Нептун і Земля мають набагато більші за нього супутники. Статус Плутона як планети поступово ставав підозрілим ще й тому, що його орбіта нахилена під значним кутом до площини екліптики у порівнянні з будь-якою планетою Сонячної системи і трохи нагадує орбіти комет.

У 1951 р., аналізуючи орбіти комет, астроном Ж.Койпер передбачив існування за Нептуном поясу астероїдів, який тепер офіційно назвали **поясом Койпера**. Астрономічні спостереження за допомогою сучасних телескопів підтвердили цю гіпотезу у 1990 р., коли за Плутоном почали відкривати нові об'єкти поясу Койпера. З наукової точки зору стало очевидним, що Плутон більше схожий на членів цієї групи, ніж на інші 8 планет Сонячної системи.

У липні 2005 р. відкрили новий об'єкт поясу Койпера, який був навіть більший за Плутон, тому деякі астрономи стали називати його десятою планетою. Нову планету неофіційно прозвали *Ксеною* (з грец.— чужа). Це відкриття стало фатальним ударом для статус-кво дев'яти планет, бо якщо Плутон вважають планетою, то Ксена теж має належати до класу планет. Тому перед астрономами постали питання, що робити з іншими об'єктами поясу Койпера, які трохи менше ніж Плутон, адже в майбутньому на околицях Сонячної системи можуть відкрити ще більші тіла?

На кінець 2010 р. зареєстровано більше 1000 астероїдів, орбіти яких розташовуються за орбітою Нептуна в межах поясу Койпера. Для розв'язання цієї проблеми в Міжнародному Астрономічному Союзі був створений спеціальний комітет, який запропонував модифікувати визначення планети, додавши, що **планета має бути не тільки круглої форми, але повинна також бути єдиним тілом на своїй орбіті.**

За цим визначенням *Плутон* утратив статус планети, оскільки він один із багатьох об'єктів поясу Койпера, і до того ж його орбіта фактично перетинається з орбітою Нептуна. У 2006 р. Плутон був позначений астероїдним номером 134340; офіційну назву й номер отримав і об'єкт з умовною назвою «Ксена». Він тепер має номер 136199 та назву *Ерида*.

На грудень 2010 р. зареєстровано 3 планети-карлики: *Церера*, *Плутон*, *Ерида*.

Висновки

Малі тіла Сонячної системи (планети-карлики, астероїди, комети, метеорні тіла) є залишками тої величезної хмари космічної речовини, з якої утворилися Сонце і великі планети. Основний пояс астероїдів розташовується між Марсом та Юпітером, але за орбітою Нептуна існують ще мільйони планетоподібних тіл (пояс Койпера) та мільйони кометних ядер (хмара Оорта). Астероїди, можливо, стануть базами для дослідження космосу, а металеві астероїди можна використати як джерело для добування корисних копалин. Існує небезпека зустрічі Землі з тими астероїдами, орбіти яких наближуються до Землі або перетинають її орбіту.

Тести

1. Метеором називається явище, коли:

- А.** Зорі падають на Землю. **Б.** Каміння падає на Землю.
В. Пилінки згорають у повітрі. **Г.** Блискавки спостерігаються у повітрі. **Д.** Пил викидається в атмосферу.

2. З чого складається ядро комети?

- А.** Із льоду та пилу. **Б.** Із заліза. **В.** Із каміння. **Г.** Із розжарених газів. **Д.** Із пари води.

3. З якою найменшою швидкістю метеорит влітає в атмосферу Землі?

- А.** 1 м/с. **Б.** 1 км/с. **В.** 11,2 км/с. **Г.** 22,2 км/с. **Д.** 70 км/с. **Е.** 100 км/с.

4. З якою найбільшою швидкістю метеорит може влетіти в атмосферу Землі?

- А.** 1 м/с. **Б.** 1 км/с. **В.** 11,2 км/с. **Г.** 22,2 км/с. **Д.** 70 км/с. **Е.** 100 км/с.

5. Тунгуський метеорит називають загадковим тому, що:

А. Метеорит був космічним кораблем марсіян. **Б.** На місці падіння не виявлено метеоритного кратера. **В.** В атмосфері стався спалах, що нагадував вибух ядерної бомби. **Г.** Метеорит був брилою льоду. **Д.** Після падіння метеорита над Європою спостерігалось загадкове сяйво в атмосфері і вночі не було видно зір.

6. Чому більшість астероїдів мають неправильну форму?

Астероїди є уламками більших тіл і утворилися під час їхніх зіткнень.

7. Чому метеорити можуть досягати поверхні Землі?

За час польоту в атмосфері достатньо велике метеорне тіло не встигає повністю випаруватись.

8. Яке сімейство астероїдів може викликати загрозу для Землі?

Ті, орбіти яких перетинають орбіту Землі або проходять неподалік від Землі й можуть змінитися через збурення від великих планет.

9. Чим відрізняється метеор від метеорита?

Метеор — це оптичне явище, що виникає під час входження метеорного тіла в атмосферу Землі; метеорит — це залишок метеорного тіла, що досягає поверхні Землі й може вибухнути, утворивши кратер.

10. Хвіст комети зазвичай притягується до Сонця чи відштовхується від нього?
Хвіст комети спрямований у протилежний від Сонця

бік. Чому комета може змінити свою орбіту?

Комета може змінити свою орбіту, коли пролітає біля великих планет, гравітаційне поле яких збурює її рух.

12. Який найбільший метеоритний кратер виявили на території України?

Кратер (астроблема) біля села Бовтишка має діаметр 31 км і утворився 65 млн. років тому.

Домашнє завдання

1. Опрацювати § 11.
2. Підготувати доповіді на тему:
 - Сонце — джерело життя на Землі.
 - Ядерні реакції на Сонці і Землі.
 - Вплив сонячної активності на життя людства.