

ТЕМА 1. СОНЯЧНА СИСТЕМА

Мета: Ознайомитися з будовою та тілами Сонячної системи, з особливістю їх руху, зокрема, Землі і Місяця навколо Сонця.

Матеріали та обладнання: Географічний атлас для вчителя середньої школи (надалі атлас - 1). Примітка: окрім вказаних матеріалів та обладнання для виконання цієї та наступних робіт необхідно мати допоміжні принадлежности, а саме, калькулятор, лінійку, прямокутний трикутник, транспортир, циркуль, прості та кольорові олівці, гумку.

Завдання:

1. Розгляньте малюнки на ст.14-15 атласу-1 та проаналізуйте дані таблиці 1.1 і зробіть висновок відповідно до мети теми.

2. Накресліть схему Сонячної системи, позначте на ній астрономічними символами планети, напрям їх руху довкола зірки та періоди обертання.

3. Схематично зобразіть земну орбіту, оцініть її форму, позначте на ній напрям і швидкість руху планети довкола Сонця, положення Землі в афелії та перигелії, вкажіть дату перебування Землі в цих точках та її відстань до Сонця.

4. Розгляньте в атласі-1 (ст.15) взаємне положення Землі і Місяця на навколосонячній орбіті упродовж календарного місяця.

5. Приймаючи діаметр Землі за 1 мм, визначіть за цим масштабом розміри Сонця та відстань Землі від Сонця.

6. Ознайомтеся зі змістом астрономічного календаря на поточний рік, зокрема із основними даними про Сонце, Землю, Місяць.

Коментар (анотація) до теми:

Однією серед десятків мільярдів зірок в Галактиці є зірка під назвою Сонце – наша денна зоря. Це єдина зоря, яка знаходиться настільки близько до Землі (150 млн.км), що ми безпосередньо бачимо її поверхню (сонячний диск або фотосферу) діаметром майже 1,4 млн.км. Сонячний диск ми бачимо під кутом $0,5^\circ$. Зоря, зокрема і Сонце, – це компактна космічна газова куля яка здатна продукувати велику кількість енергії. У більшості з них енергія виробляється в ядрі під час термоядерного синтезу – перетворення водню у гелій, що можливо під дією гігантської, створеною самою зіркою гравітації. Отже зірка – це самосвітне космічне тіло.

Оцінюючи положення Сонця в Галактиці відмітимо, що знаходиться наша зірка ближче до її периферії, дещо припіднімаючись над галактичним диском який ми, до речі, бачимо у вигляді світлого поясу на нічному небі – Чумацького Шляху.

Завдяки великій масі і відповідній їй силі тяжіння (гравітації) Сонце утримує навколо себе інші значно менші від себе космічні тіла, зокрема і планети, сукупність яких і утворює Сонячну систему. Отже, Сонячна система – це система космічних (або небесних) тіл до складу якої входять: центральне тіло зірка під назвою Сонце, 9 планет, природні супутники планет, астероїди, комети та метеорні тіла. Разом із Сонцем всі згадані тіла системи "мандрують" майже по околицях Галактики, здійснюючи один оберт навколо її центру приблизно за 200 млн. років, за так званий *галактичний рік*. Цілком ймовірно, що й інші зорі в Галактиці утримують довкола себе менші космічні тіла, зокрема і планети (факт встановлений для декількох зірок Галактики).

Щодо тіл Сонячної системи, то найбільшими в ній (після зірки) є планети. *Планети* – це порівняно холодні кулястої форми космічні тіла, що рухаються навколо Сонця і світяться в його променях. Послідовність розміщення планет (від Сонця) така: Меркурій, Венера, Земля, Марс, Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун і Плутон (див. схему сонячної системи на ст.14-15 атласу-1, рис.1.1 та таблицю 1.1).

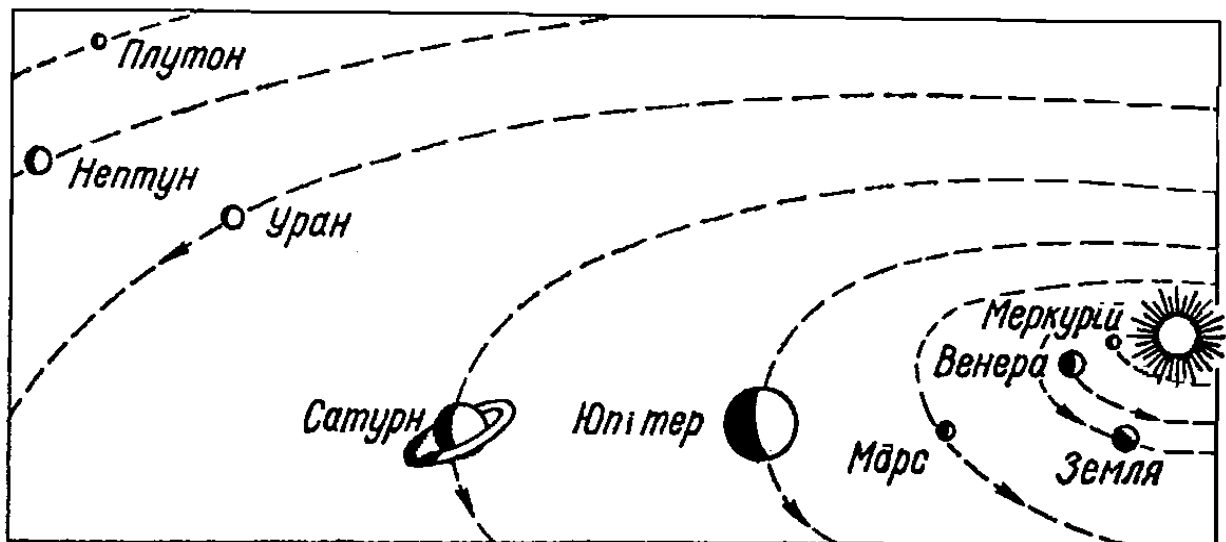


Рис. 1.1. Схема Сонячної системи.

Щодо недавно виявленого космічного тіла на краю Сонячної системи і названого в честь ескімоської богині океану Седною, то його навряд чи віднесуть до планет оскільки в цьому районі космосу вже є декілька масивних космічних тіл: Варуна (діаметром 900 км), Іксіон (1065 км), Куаура (1200 км). Діаметр Седни від 1300 до 1770 км; планетоїд повільно рухається по дуже витягнутій орбіті на віддалі 13 - 130 млрд.км. від Сонця. Повний оберт навколо нашої зірки Седна здійснює за 10500 років. Планетоїд на половину складається з льоду і це зрозуміло, адже температура на його поверхні становить -210°C .

У просторі між Марсом і Юпітером, як ніде більше у навколосонячному просторі, безладно рухаються тисячі великих і малих валуноподібних твердих тіл - астероїдів. Деякі з них справжні гіганти, зокрема астероїд Церера величиною до 1000 км. Деяка частка астероїдів розкидана по всій Сонячній системі.

Планети, що містяться поза поясом астероїдів за своїми властивостями суттєво відрізняються від Землі. По-перше, - це планети-гіганти (окрім Плутона), тоді як в середині астероїдного поясу знаходяться порівняно невеликі так звані планети земної групи. По-друге, у речовинному складі планет-гігантів переважають сполуки, які в умовах географічної оболонки перебувають у газоподібному стані: водень, гелій, метан, аміак, вода та ін. Планети земної групи утворені з магнієво-залізо-силікатних сполук, що перебувають у кристалічному стані. Щодо Землі, то вона також багата і на воду.

Всі планети обертаються навколо Сонця проти руху годинникової стрілки, якщо дивитись на систему зверху. Шлях у космосі по якому планета здійснює свій рух навколо зірки, називається орбітою планети. Планети, орбіти яких, відносно земної, лежать ближче до Сонця, називаються внутрішніми (Меркурій, Венера), а всі інші зовнішніми. Зовнішні планети можна спостерігати на небі упродовж ночі, тоді як внутрішні, зокрема Венеру - годину-другу після заходу або перед сходом Сонця.

Простір окреслений орбітою планети утворює площину орбіти даної планети. Очевидно, що земна орбіта окреслює в космосі площину земної орбіти, уявне поширення якої утворює на небесній сфері екліптику, тобто видиму із Землі упродовж року проекцію Сонця на зоряне небо. Площина земної орбіти проходить як через центр Землі так і через центр Сонця.

Після багатолітніх спостережень за положенням планет на небі (Т.Браге) та ретельних розрахунків, І.Кеплером сформульовано закони руху планет:

1. Кожна з планет рухається навколо Сонця по еліпсу, в одному з фокусів якого знаходиться Сонце.

З геометрії відомо, що міра сплюснутості еліпса (тобто його форма) обумовлена ексцентриситетом (e) - відношенням фокальної відстані до величини великої осі: F_1F_2/AP , або $2c/2a$ (Рис.1.2).

Позначення на рисунку:
 O - центр еліпса;
 F_1 і F_2 - фокуси еліпса;
 F_1F_2 - фокальна відстань (2c) AP - велика вісь (2a),
 отже AO і OP - великі півосі (a);
 NM - мала вісь (2b), тоді як
 NO і OM - малі півосі (b);
 r_1 і r_2 - радіуси вектори,
 причому: $r_1+r_2 = 2a$;
 A і П - відповідно точка
 афелію і перигелію.

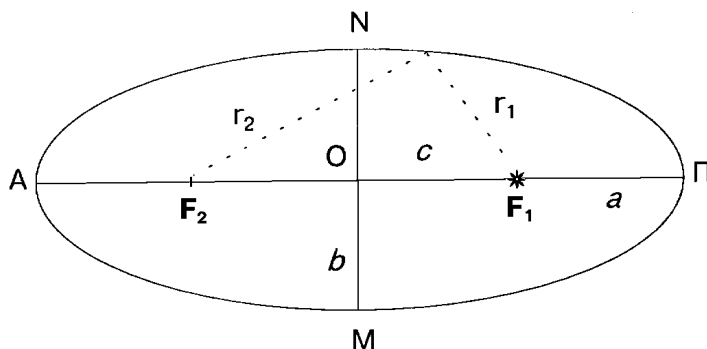


Рис.1.2. Схема еліпса.

У випадку сходження фокусів у центрі еліпса, останній перетвориться в коло ($e=0$). У випадку віддалення фокусів один від одного, еліпс ставатиме все більш і більш сплюснутим, а його ексцентриситет наблизитиметься до одиниці. Сучасне значення ексцентриситету планет Сонячної системи лежить в межах 0,01-0,25, що вказує на порівняно незначні відхилення форм планетарних орбіт від форми кола (див. схему Сонячної системи на ст.15 Атласу-1). Щодо ексцентриситету земної орбіти, то він у наш час становить 0,017 і зберігає тенденцію до зменшення. З'ясувалось, що ексцентриситет земної орбіти упродовж 100 тис. років змінюється в межах 0,001 - 0,066, що достатньо щоб відчутно впливати на клімат нашої планети.

Оскільки рух планет навколо Сонця здійснюється по еліпсоподібній орбіті, то планети, зокрема Земля, у своєму річному русі деякий час поступово наближаються до Сонця, то віддаляються від нього. Найближче до Сонця, тобто в *перигелії*, Земля перебуває 3-4 січня (до Сонця тоді 147 млн.км), найдалше, тобто в *афелії*, - 4-5 липня (до Сонця 152 млн.км). Очевидно, що планета, як ціле, найбільше сонячної енергії протягом року отримує перебуваючи в перигелії, а найменше - в афелії.

2. Радіус-вектор планети (пряма лінія, що з'єднує планету із Сонцем) за однакові інтервали часу описує рівновеликі площі. З цього закону випливає висновок: оскільки площі S_1 і S_2 рівновеликі, то по дузі S_1 планета рухається швидше ніж по дузі S_2 (рис.1.3).

Таким чином, швидкість планет (як і будь-якого іншого тіла в Сонячній системі) тим більша, чим ближче вони підходять до Сонця. Так, швидкість Землі у перигелії 30,3, а у афелії - 29,3 км/с (середня ж орбітальна швидкість Землі - 30 км/с). Зрозуміло, що взаємне розташування планет у навколосонячному просторі весь час змінюється.

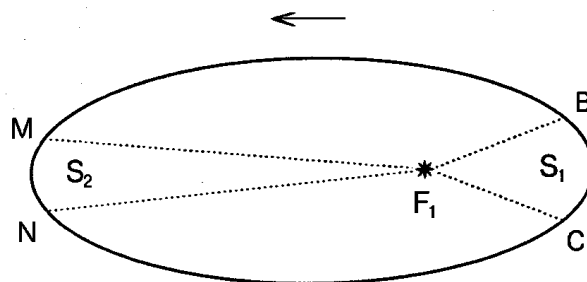


Рис.1.12. Схема до 2-го закону Кеплера.

3. Квадрати зоряних (сидеричних) періодів обертання планети відносяться як куби їхніх середніх віддалей від Сонця: $T_1^2 : T_2^2 = L_1^3 : L_2^3$, де T періоди обертання планет навколо Сонця, а L середня відстань планети від Сонця. Якщо за одиницю часу прийняти 1 рік, а за одиницю відстані - 1 а.о., то третій закон Кеплера набуде вигляду: $L_1^3 = T_1^2$. Наприклад, спостерігаючи за Марсом встановили, що один оберт навколо Сонця він здійснює майже за 2 земних роки ($T_1=1,88$). Тоді відстань від Марса до Сонця дорівнюватиме: $L_1^3 = T_1^2$, звідки $L_1 = \sqrt[3]{1,88^2} = 1,52$ а.о., або 228 млн.км ($150\text{млн.км} \times 1,52\text{а.о.} = 228\text{млн.км}$). Закони Кеплера справедливі не тільки для планет, а й для інших тіл системи.

Шість із 9-ти планет мають природні супутники планет - космічні тіла, які за складом схожі на планету господарку, але значно менші за неї. Рухаючись разом з планетою навколо Сонця супутник водночас обертається навколо планети.

Наприклад, природний супутник Землі Місяць усього в 3,7 рази менший Землі і перебуваючи від неї порівняно недалеко (356-407 тис. км), зверху один оберт навколо планети за 29,5 діб. З огляду на це цілком виправдано вважати систему Земля-Місяць системою двох планет.

Зовсім інші за величиною, формою, траєкторією польоту супутники Марса Фобос і Деймос (Страх і Жак). Вони невеликі за розміром, порівняно низько і швидко обертаються довкола Марса. Фобос, наприклад, упродовж марсіанської доби (24год.39хв.) встигає тричі облетіти планету.

Величні супутники мають планети-гіганти. Вкриті кригою вони висвічуються у сонячних променях і стають доступним для спостереження (наприклад, 4 із 18 супутників Юпітера, так звані галілеєві супутники: Іо, Європа, Ганімед і Каллісто (їх добре видно у польовий бінокль).

Комети - це відносно невеликі, до 10 км у діаметрі) згустки мерзлих газів, води та космічного пилу. Наближаючись до Сонця ядро комети нагрівається, гази, що випаровуються разом із пилюватими частинками, освітлені Сонцем, утворюють так званий хвіст комети.

Внаслідок руйнування комет, зіткнення між собою астероїдів у космічний простір надходять дрібні пилювато-піщані уламки так звана *метеорна речовина*. Пересікаючись у своєму русі із Землею більшість з них згоряє у її атмосфері, породжуючи явище "падаючої зірки" (*метеора*). Крупніші з них, не встигнувши згоріти, у вигляді оплавлених "небесних каменів" (*метеоритів*) падають на земну поверхню. Інтенсивне горіння метеорної частинки відбувається на висоті 120-75 км, а згасання на висоті 70-30 км над Землею. Отож, кажемо: по небу пролетів метеор, але упав на земну поверхню метеорит. Оскільки Земля по орбіті рухається вперед вранішнім боком, то саме в другій половині ночі і можна побачити найбільше метеорів. Іноді упродовж години кількість метеорів сягає сотень і навіть тисяч. Такі метеорні потоки називаються *зоряним дощем*. Інформація про час і інтенсивність появи на нічному небі метеорних потоків, їх *радіант* - ділянку неба звідки з'являтимуться метеори - друкується в астрономічних календарях-довідниках.

Питання для самоперевірки:

1. Що таке зірка, чому вона світиться?
2. В чому принципова відмінність між зіркою і планетою?
3. Що таке астрономічна одиниця?
4. Дайте визначення поняттю "Сонячна система".
5. Яка середня відстань від Землі до Сонця?
6. Яка середня відстань від Землі до Місяця?
7. Як розміщені планети відносно Сонця, який їх напрям руху?
8. В чому відмінність планет земної групи і планет-гігантів?
9. Коли упродовж доби на небі можна бачити Венеру, Юпітер? Чому?
10. Що таке площина земної орбіти?
11. Що таке еліпс? Назвіть його елементи.
12. Як змінюється орбітальна швидкість Землі упродовж року?
13. Що таке комета?
14. В чому різниця між метеором і метеоритом?
15. Коли Земля найближче (найдалше) підходить до Сонця?
16. Що таке екліптика?
17. Назвіть природні супутники Землі, Марса, галілеєві супутники Юпітера.

Література:

1. Савчук Р.І. Загальне землезнавство. -Рівне. "Ліста", 1998. -260.
2. Климишин І.А. Астрономія. -Львів. Світ, 1993. -384.
3. Наука и Вселенная (популярная энциклопедия: Радость познания). -М.: Мир, 1983. - 295.
4. Наша планета (популярная энциклопедия: Радость познания). -М.: Мир, 1985. - 247.
5. Костюк А. Уроки астрономії в 11 класі. Посібник для вчителя.

- Тернопіль. Підручники та посібники, 2003.-112 с.

Домашнє завдання:

1. Опрацювати тему: "Глобус. Географічні координати".
2. Географічна номенклатура: континенти, океани і їх межі; острови і моря.