

Заняття 2

ТЕМА 2. Основи практичної астрономії.

2 год.

Тема заняття: Астрономія та визначення часу. Типи календарів. Небесні координати. Видимий рух Сонця. Видимі рухи планет. Закони Кеплера.

Мета :

Навчальна мета : ознайомити з системою світу за Птолемеєм і Коперником, розглянути закони Кеплера та їх зв'язок з законами Ньютона, дати визначення планетних конфігурацій синодичних та сидеричних періодів, сформувати уявлення студентів про основні закони космічних польотів; навчити розраховувати першу і орбітальну швидкість супутників. продовжити ознайомлення зі способами лічби часу, увести поняття року як одиниці виміру часу руху Землі навколо Сонця, пояснити причину різної тривалості сонячного та місячного місяців, різницю між сонячними, місячними, сонячно-місячними календарями; Юліанським та Григоріанським календарями і літочисленням.

Розвиваюча мета: розвивати творчу ініціативу і активність студентів, спостережливість, здатність логічно мислити, вміння робити висновки, узагальнення, розвивати пізнавальні здібності, навички працювати з науково-популярною літературою та комп'ютером, використовувати ресурси мережі Інтернет. Продовжити формування наукового світогляду в ході ознайомлення з основними типами календарів і системами літочислення; пояснити стереотипи, пов'язані з поняттями «високосний рік» і переведенням дат юліанського та григоріанського календарів; здійснювати політехнічне і трудове виховання під час викладу матеріалу про календарі і системи літочислення і практичні способи застосування астрометричних знань;

Виховна мета: виховувати почуття патріотизму, бажання пізнавати навколишній світ, уміння критично оцінювати і використовувати різноманітну інформацію, цікавість до фізики як науки, спонукання до творчої діяльності, спрямованої на вивчення історії космонавтики.

Тип заняття: комбінований з елементами проектної технології та самостійної дослідницької роботи, інформаційно-пошуковий.

Обладнання: мультимедійний проектор, фото - і відеоматеріали на оптичних носіях інформації, демонстраційний екран. Презентації.

Міжпредметні зв'язки: фізика, математика, географія, креслення.

Література: підручник «Астрономія» М.П.Пришляк : Підручник для 11 класу для загальноосвітніх навчальних закладів. – Київ: «Академперіодика», 2011. Климишин І.А. Крячко І.П. **Астрономія:** Підручник для 11 класу для загальноосвітніх навчальних закладів. – Київ: Знання України, 2003.

Нові поняття: зоряний час, сонячний час, координований Всесвітній час, місцевий, поясний час, лінія зміни дат.

Студенти повинні мати уявлення: про методи і одиниці вимірювання часу.

Студенти повинні знати: основні типи календарів: місячні, місячно-сонячні, сонячні тощо.

Хід заняття

I. Організаційний момент : привітання, перевірка готовності студентів та приміщення до заняття, перевірка присутніх.

II. Оголошення теми, мети заняття.

III. Актуалізація опорних знань.

Пояснення мети та форми проведення заняття.

- Як буде рухатися тіло, якщо кинути його в горизонтальному напрямку?
(По параболі)

- Під дією якої сили рухається тіло?(сили тяжіння)

- Якою моделлю ми користуємося, коли розглядаємо такий рух?
(Плоска Земля і однорідне гравітаційне поле)

IV. Мотивація навчальної діяльності.

Кожен із нас залюбки спостерігає за зоряним небом. І нас цікавить за якими законами рухаються планети , хто і коли їх відкрив, як побудували космічні кораблі, з якою швидкістю вони рухаються. Як можна визначити відстані до тіл Сонячної системи, а також розмірів і мас небесних тіл. Елементарні астрономічні знання й засновані на них способи орієнтування на місцевості та приблизного визначення часу можуть стати в пригоді кожному із нас в повсякденному житті.

V. Вивчення нового матеріалу.

План

- 1) Загальні положення.
- 2) Місячний календар.
- 3) Різновиди календарів.
- 5) Що таке штучний супутник?
- 6) Закони, за якими рухається штучні супутники.
- 7) Навіщо потрібні штучні супутники?

А студенти ознайомлять нас з історією розвитку космонавтики (презентації, доповіді).

Перевірка матеріалу попередніх занять.

Фронтальне опитування.

1. Що називається силою всесвітнього тяжіння? Де вона проявляється ?
2. Чому предмети, що знаходяться в кімнаті, не наближаються один до одного, хоча вони взаємно притягаються?
3. Сформулюйте закон всесвітнього тяжіння.
4. Які межі застосування закону всесвітнього тяжіння?
5. Як називається коефіцієнт у формулі закону всесвітнього тяжіння?
7. Як виміряти масу Землі?
8. Що спільного в русі падаючого яблука і Місяця?
9. Чому тіла падають з однаковим прискоренням?
10. Що відбулося завдяки відкриттю закону всесвітнього тяжіння ?

Людство не залишиться вічно на Землі, в гонитві за світлом і простором спочатку боязко проникне за межі атмосфери, а потім завоює собі весь навколосонячний простір. (К.Е.Ціолковський - основоположник сучасної космонавтики).

12 квітня 1961 року громадянин СРСР, Юрій Олексійович Гагарін на кораблі “Восток” здійснив перший в історії людства політ у космос.

Перегляд відеофільмів та презентацій – підготовлених студентами.

Отже Гагарін зробив усього один виток навколо Землі. Але 108 хвилин, час, за який він облетів земну кулю, приголомшили світ!

4 жовтня 1957 р. почалась *ера космонавтики* (запуск першого штучного супутника Землі).

Зараз для нас здається звичним, що з Землі стартують космічні кораблі. Десь там , у далекій височині відбуваються стикування космічних апаратів, місяцями на космічних станціях живуть і працюють космонавти, летять до інших планет автоматичні станції. Марсохід «К'юріосіті», який був запущений 26 листопада 2011 року здійснив посадку на Марс. Але зовсім недавно про космічні польоти говорили як про фантастику.

Серед праць Ньютона, присвячених відкриттю закону всесвітнього тяжіння. Уявіть, що ви стоїте на краю прямовисної скелі. Біля вас гармата і кілька ядер. Якщо стріляти в напрямку горизонту, то ядро летітиме по параболі. А як буде рухатися ядро, якщо весь час збільшувати його початкову швидкість? Відповідно ядро падатиме все далі і далі. Якщо уявити, що Земля плоска, то нічого цікавого не відбудеться. Але Земля має форму кулі. Тому з кожним пострілом внаслідок обертання як би «тікає» від ядра.

Нарешті, можна вистрілити так, що облетівши навколо Землі, ядро повернеться у вихідну точку з тією самою швидкістю, з якою було випущене. При цьому воно не зупиниться, а буде кружляти з постійною швидкістю навколо нашої планети, тобто перетвориться в штучний супутник Землі. Супутником може стати будь-яке тіло, якому нададуть достатньої швидкості. Для цього потрібно підібрати таку початкову горизонтальну швидкість, щоб поверхня Землі віддалялася від тіла саме на стільки, на скільки тіло наближається до Землі завдяки притяганню до неї. Швидкість, яку потрібно надати тілу в момент запуску з даної планети для того, щоб воно стало її штучним супутником і при цьому рухалось би по колу, центр якого збігається з центром цієї планети, називають першою космічною швидкістю

- Як обчислити першу космічну швидкість?

- Під дією якої сили тіло обертається навколо Землі? (Сила тяжіння)

- Чи можна користуватися такою моделлю: Земля - плоска, а прискорення вільного падіння постійне , якщо розглядати рух тіла навколо Землі? (Ні, так як в цьому випадку не можна нехтувати розмірами і формою землі, а прискорення вільного падіння в різних точках має різне значення і напрямок)

Модель: 1. Земля є однорідною кулею з радіусом 6400 км.

2. На тіло не діють ніякі сили, крім сили тяжіння, спрямованої до центру Землі.

3. Супутник будемо вважати матеріальною точкою.

- Чи можна вважати рух по колу з постійною по модулю швидкістю рівномірним? Чому? (Ні. Прискорення вільного падіння в різних точках має різне значення і напрямок)
- Куди направлено прискорення тіла при його русі по колу з постійною по модулю швидкістю? Як називається це прискорення?
- За якою формулою можна обчислити модуль вектора доцентрового прискорення?

Перша космічна швидкість

$$F_{\text{тяж}} = m g \quad a_{\text{ц}} = \frac{v_1^2}{R_3}$$

$$F = m a_{\text{ц}}$$

$$mg = \frac{mv_1^2}{R_3}$$

$$v_1 = \sqrt{R_3 g} \approx 7,9 \text{ км/с.}$$

Швидкість, яку потрібно надати тілу для того, щоб воно стало штучним супутником Землі, називають першою космічною швидкістю



Таку швидкість необхідно надати тілу в горизонтальному напрямку, яке знаходиться на невеликій порівняно з земним радіусом висоті, щоб воно стало рухатися по коловій орбіті навколо Землі, стало її штучним супутником.



Слайд4

Ми розглянемо тільки випадок, коли тіло перетворюється в штучний супутник Землі. Вивчаючи його рух щодо Землі, будемо враховувати тільки силу тяжіння його Землею. Вона надає супутнику і всім тілам в ньому однакове прискорення, звідки випливає, що всі тіла в штучному супутнику знаходяться в стані невагомості

Ми бачимо, що тіло може стати супутником Землі тільки в тому випадку, якщо його швидкість лежить у відносно вузьких межах: від

7,91 до 11,19 км/с. При швидкості менше 7,91 км/с, тіло впаде назад на Землю; при більшій швидкості тіло може перетворитися в штучний супутник і почати обертатися навколо Землі, подібно її природному супутнику - Місяцю; при ще більшій швидкості тіло може піти від Землі так далеко, що сила земного тяжіння практично не буде впливати на його рух і воно стане штучною планетою, тобто почне обертатися навколо Сонця; нарешті, при ще більшій швидкості тіло може назавжди покинути Сонячну систему.

Орбітальна швидкість супутників

$$F = G \frac{mM_3}{(R_3 + h)^2} \quad F = m a_d \quad a_d = \frac{v^2}{R + h}$$

$$\frac{v_{орб}^2}{R_3 + h} = G \frac{M_3}{(R_3 + h)^2}$$

$$v = \sqrt{G \frac{M_3}{R_3 + h}}$$

Слайд5

Для запуску штучних супутників застосовують спеціальні ракети, які піднімають супутник на задану висоту і розганяють його до необхідної швидкості; після цього супутник відділяється від ракети носія і продовжує свій рух під дією тільки сил тяжіння. Двигуни ракет повинні зробити роботу проти сил тяжіння і проти сил опору повітря, а також надати супутнику велику швидкість. Для цього двигуни ракети повинні розвивати величезну потужність (мільйони кіловат).

Обчислимо швидкість руху супутника на висоті h над поверхнею планети.

Від чого залежить швидкість супутника?

Які висновки з формули 1.

Швидкість супутника залежить від висоти над поверхнею Землі

2. Швидкість не залежить від маси супутника

Якщо взяти $h = 0$, то поблизу поверхні Землі

$$v = \sqrt{G \frac{M}{R}} \quad g = G \frac{M}{R^2} \quad v = \sqrt{G \frac{M}{R^2} \cdot R} = \sqrt{gR}$$

IV. Первинне закріплення знань.

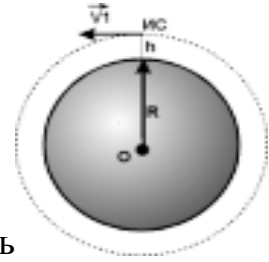
Розв'яжемо задачу. Яку швидкість повинен мати штучний супутник, який обертається навколо Землі по коловій орбіті на висоті, що дорівнює:

Радіусу Землі Трьом радіусам Землі П'ятнадцяти радіусам Землі

А зараз самоперевірка

По якій траєкторії буде рухатися тіло, якщо йому надати першої космічної швидкості?

- A. По параболі
- B. По гіперболі
- C. По еліпсу
- D. По колу



Біля поверхні Землі перша космічна швидкість становить

- A. 13,4 км/с
- B. 11,2 км/с
- C. 7,9 км/с
- D. 9,3 км/с

Формула для знаходження першої космічної швидкості ?

- A. $\sqrt{gm}$
- B. $\sqrt{aR}$
- C. $\sqrt{gR}$
- D. $\sqrt{mg}$

Коли був запущений перший штучний супутник Землі?

- A. 12 квітня 1961 року
- B. 4 жовтня 1957 року
- C. 15 квітня 1963 року
- D. 28 березня 1965 року

Інженер-конструктор, який керував запуском першого штучного супутника Землі

- A. Гагарін Ю. О.
- B. Ціолковський К. Е.
- C. Корольов С. П.
- D. Кибальчич М.І.

Чому приблизно дорівнювала б перша космічна швидкість супутника, запущеного на висоті, яка дорівнює трьом радіусам Землі?

- A. 4 км/с
- B. 9 км/с
- C. 8 км/с
- D. 6 км/с

Загальні положення

Сонячна доба — час, за який Земля робить повний оберт навколо своєї осі відносно Сонця.

1 год. = 1/24 доби

1 год. = 60 хв. = 3600 с

Місцевий час визначається за допомогою сонячного годинника. Кожний меридіан має свій місцевий час

Поясний час дорівнює місцевому часу середнього меридіана відповідного поясу. Всесвітній час (англ. UT) — місцевий час Гринвіцького меридіана.

Київський час — час другого поясу, який на 2 години випереджає всесвітній час

У результаті спостережень за зміною положення Сонця над горизонтом виникла міра часу — рік.

Рік — проміжок часу, протягом якого Земля робить один повний оберт навколо Сонця відносно будь-якого орієнтира (точки).

Зоряний рік — сидеричний (зоряний) період обертання Землі навколо Сонця, що дорівнює 365,256320 середньої сонячної доби.

Аномалістичний рік — проміжок часу між двома послідовними проходженнями середнього Сонця через точку своєї орбіти (зазвичай перигелій), дорівнює 365,259641 середньої сонячної доби.

Тропічний рік — проміжок часу між двома послідовними проходженнями середнього Сонця через точку весняного рівнодення, дорівнює 365,2422 середньої сонячної доби або 365d05h48m46,1s.

Всесвітній час визначається як місцевий середній сонячний час на нульовому (Гринвіцькому) меридіані.

Календар — безперервна система числення великих проміжків часу, заснована на періодичності явищ природи, особливо виразно виявляється в небесних явищах (русі небесних світил). З календарем нерозривно пов'язана вся багатовікова історія людської культури.

Потреба в календарях виникла доволі давно, коли людина не вміла ще читати і писати. Календарі визначали настання весни, літа, осені і зими, періоди цвітіння рослин, дозрівання плодів, збору лікарських трав, змін у поведінці та життя тварин, зміни погоди, час землеробських робіт та багато чого іншого.

2. Типи календарів

Виділяють три основні типи календарів.

Місячний календар — в його основу покладено синодичний місячний місяць тривалістю 29,5 середньої сонячної доби. Виник понад 30 000 років тому. Рік місячного календаря містить 354 (355) доби (на 11,25 доби коротше від сонячного) і ділиться на 12 місяців по 30 (непарні) і 29 (парні) діб у кожному. Оскільки календарний місяць на 0,0306 доби коротше від синодичного і за 30 років різниця між ними сягає 11 діб, в арабському місячному календарі в кожному 30-річному циклі налічується 19 «простих» років по 354 доби і 11 «високосних» по 355 діб (2-й, 5-й, 7-й, 10-й, 13-й, 16-й, 18-й, 21-й, 24-й, 26-й, 29-й роки кожного циклу). Турецький місячний календар менш точний: у його 8-річному циклі 5 «простих» і 3 «високосних» роки. Новорічна дата не фіксується (повільно переміщується з року в рік): так, 1421 хіджжри почався 6 квітня 2000 р. і закінчився 25 березня 2001 року. Місячний календар прийнято як релігійний та державний у мусульманських державах Афганістані, Іраку, Ірані, Пакистані, ОАР і інших. Для планування та регулювання господарської діяльності паралельно застосовуються сонячний і місячно-сонячний календарі. Сонячний календар, в основу якого покладено тропічний рік виник понад 6000 років тому. Юліанський сонячний

календар «старого стилю» було розроблено олександрійським астрономом Созігеном, а введено імператором Юлієм Цезарем у Стародавньому Римі 46 р. до н. е. На Русі юліанський календар було прийнято в 988 р. н. е. У юліанському календарі тривалість року визначається в 365,25 доби; три «простих» роки налічують по 365 діб, один високосний — 366 діб. У році 12 місяців по 30 і 31 день кожен (окрім лютого). Юліанський рік відстає від тропічного на 11 хвилин 13,9 секунди на рік. За 1500 років його застосування накопичилася помилка в 10 діб. У григоріанському сонячному календарі «нового стилю» тривалість року становить 365,242500 доби. 1582 року юліанський календар за указом Папи Римського Григорія XIII був реформований згідно з проектом італійського математика Луїджі Ліліо Гараллі (1520–1576 рр.). Рахунок днів пересунули на 10 діб вперед і домовилися кожне сторіччя, яке не ділиться на 4 без залишку (1700, 1800, 1900, 2100 і т. ін.), не вважати високосним. У такий спосіб за кожні 400 років виправляється помилка в 3 доби. Помилка в 1 добу «набігає» за 2735 років. Нові століття і тисячоліття починаються з 1 січня «першого» року даного століття і тисячоліття. Так, XXI століття і III тисячоліття нашої ери (н. е.) розпочалося 1 січня 2001 року за григоріанським календарем. У нашій країні до революції застосовувався юліанський календар «старого стилю», помилка якого до 1917 року становила 13 діб. 1918 року в країні було введено григоріанський календар «нового стилю» і всі дати зрушилися на 13 діб вперед. Переведення дат юліанського календаря на григоріанський календар здійснюється за формулою:

$$T_{\Gamma} = T_{\text{ю}} + n, \quad n = C - \frac{C_1}{4} - 2,$$

де T_{Γ} і $T_{\text{ю}}$ — дати за григоріанським і юліанським календарем; n — ціле число днів, C — число повних минулих століть, C_1 — найближче число століть, кратне чотирьом.

Існують різновиди сонячних календарів.

Перський календар визначав тривалість тропічного року в 365,24242 доби. 33-річний цикл включає в себе 25 «простих» і 8 «високосних» років. Він точніший від григоріанського: помилка в 1 рік «набігає» за 4500 років. Розроблено Омаром Хайямом 1079 року; застосовувався на території Персії і ряду інших держав до середини XIX століття.

Коптський календар схожий на юліанський: у році налічується 12 місяців по 30 діб; після 12 місяця в «простому» році додається 5, у «високосному» — 6 додаткових днів. Використовується в Ефіопії і деяких інших державах (Єгипет, Судан, Туреччина і т. ін.) на території проживання коптів. Місячно-сонячний календар — у ньому рух Місяця узгоджується з річним рухом Сонця. Рік складається з 12 місячних місяців по 29 і по 30 діб у кожному, до яких для обліку руху Сонця періодично додаються «високосні» роки, що містять додатковий 13-й місяць. У результаті «прості» роки тривають 353, 354, 355 діб, а «високосні» — 383, 384 або 385 діб. Виник на початку I тисячоліття до н. е., застосовувався в Стародавньому Китаї, Індії, Вавилоні,

Іудеї, Греції, Римі. На сьогодні прийнятий в Ізраїлі (початок року припадає на різні дні між 6 вересня і 5 жовтня) і застосовується, поряд з державним, у країнах Південно-Східної Азії (В'єтнам, Китай тощо). Крім вищеописаних основних типів календарів, у деяких регіонах Землі були створені і до сих пір застосовують календарі, що враховують видимий рух планет на небесній сфері. Східний місячно-сонячно-планетний 60-річний календар базується на періодичності руху Сонця, Місяця і планет Юпітера й Сатурна. Виник на початку II тисячоліття до н. е. у Східній та Південно-Східній Азії. На сьогодні його використовують у Китаї, Кореї, Монголії, Японії та деяких інших країнах цього регіону. У 60-річному циклі сучасного східного календаря налічується 21912 діб (у перших 12-ти роках міститься 4371 доба, у других і четвертих — 4400 і 4401 доба, у третіх і п'ятих — 4370 діб). У цей проміжок часу укладається два 30-річних цикли Сатурна (дорівнюють сидеричним періодам його обертання), приблизно три 19-річних місячно-сонячних циклів, п'ять 12-річних циклів Юпітера (дорівнює сидеричним періодам його обертання $T_{\text{Юпітера}} = 11,86 \approx 12$ років) і п'ять 12-річних місячних циклів. Кількість днів у році не постійна і може становити в «прості» роки 353, 354, 355 діб, у високосні — 383, 384, 385. Початок року в різних державах припадає на різні дати з 13 січня до 24 лютого. Поточний 60-річний цикл почався 1984 року.

Центральноамериканський календар культур індіанців майя та ацтеків застосовувався в період близько 300–1530 рр. н. е. Заснований на періодичності руху Сонця, Місяця і синодичних періодів обертання планет Венери (584d) і Марса (780d). «Довгий» рік тривалістю 360 (365) діб складався з 18 місяців по 20 діб у кожному та 5 святкових днів. Паралельно в культурно-релігійних цілях використовувався «короткий рік» з 260 діб ($1/3$ синодичного періоду обертання Марса). Він ділився на 13 місяців по 20 діб у кожному; «номерні» тижні складалися з 13 днів, що мали свій номер і назву. Тривалість тропічного року була визначена з високою точністю в 365,2420 d (помилка в 1 добу накопичується за 5000 років!); Місячного синодичного місяця — 29,53059 d. До початку XX століття зростання міжнародних наукових, технічних і культурно-економічних зв'язків зумовило необхідність створення єдиного, простого і точного Світового календаря.

Існуючі календарі мають численні недоліки, що стосуються відповідності тривалості тропічного року і дат астрономічних явищ, пов'язаних з рухом Сонця по небесній сфері, нерівної і непостійної тривалості місяців, неузгодженості чисел місяця і днів тижня, невідповідності їх назв положенню в календарі тощо. Ідеальний вічний календар має незмінну структуру, що дозволяє швидко і однозначно визначати дні тижня за будь-якої календарної дати літочислення. Один із найкращих проектів вічних календарів був рекомендований до розгляду Генеральною Асамблеєю ООН 1954 року. Навіть за схожості з григоріанським календарем він був простішим і зручнішим. Тропічний рік ділиться на 4 квартали, що містять 91 добу (13 тижнів). Кожний квартал починається з неділі і закінчується суботою; складається з 3 місяців (у першому місяці 31 доба, у другому і

третьому — 30 діб). У кожному місяці 26 робочих днів. Перший день року завжди неділя. Цей проект виявився нереалізованим з релігійних міркувань. Уведення єдиного Світового вічного календаря залишається однією з проблем сучасності.

Початкова дата і наступна система літочислення називаються ерою. Початкову точку відліку ери називають її епохою. З давніх часів початок певної ери (відомо понад 1000 ер у різних державах різних регіонів Землі, у тому числі 350 в Китаї і 250 в Японії) і весь хід літочислення пов'язували з важливими легендарними, релігійними або (рідше) реальними подіями: часом царювання певних династій та окремих імператорів, війнами, революціями, олімпіадами, заснуванням міст і держав, «народженням» бога (пророка) або «створенням світу».

За початок китайській 60-річній цикловій ери прийнята дата 1-го року царювання імператора Хуанді — 2697 р. до н. е.

У Давній Греції лічба часу велася за олімпіадами, з епохи 1 липня 776 р. до н. е.

У Стародавньому Вавилоні «ера Набонассара» розпочалася 26 лютого 747 р. до н. е.

У Римській імперії рахунок вівся від заснування Рима з 21 квітня 753 р. до н. е. і з дня заступання на престол імператора Діоклетіана 29 серпня 284 р. н. е.

У Візантійській імперії і пізніше, за традицією, на Русі — від прийняття християнства князем Володимиром Святославовичем (988 р. н. е.) до указу Петра I (1700 р. н. е.) лічба років велася «від створення світу»: за початок відліку була прийнята дата 1 вересня 5508 до н. е. (перший рік «візантійської ери»). У Стародавньому Ізраїлі (Палестині) «створення світу» сталося пізніше: 7 жовтня 3761 до н. е. (перший рік «єврейської ери»). Існували й інші, відмінні від найбільш поширених вищевказаних ер «від створення світу».

Сучасне літочислення — «наша ера», «нова ера» (н. е.), «ера від Різдва Христового» (Р. Х.), Anno Domini (AD — «рік Господа») — ведуть від довільно обраної дати народження Ісуса Христа. Оскільки в жодному історичному документі вона не вказана, а Євангелія суперечать одне одному, учений чернець Діонісій Малий у 278 р. ери Діоклетіана вирішив «науково», на основі астрономічних даних, обчислити дату епохи. В основу розрахунків було покладено 28-річне «сонячне коло» — проміжок часу, за який числа місяців припадають точно на ті самі дні тижня, і 19-річне «місячне коло» — проміжок часу, за який однакові фази Місяця припадають на одні й ті самі дні місяця. Утворення циклів «сонячного» і «місячного» кола з поправкою на 30-літній час життя Христа дало початкову дату сучасного літочислення. Лічба років «від Різдва Христового» «приживалася» дуже повільно, аж до XV століття н. е. Навіть 1000 років тому в офіційних документах Західної Європи зазначалося 2 дати: від створення світу і від Різдва Христового (AD).

У мусульманському світі за початок літочислення було прийнято 16 липня 622 року нашої ери — день хіджри (переселення пророка Мохаммеда з Мекки в Медину).

Для зручності астрономічних і хронологічних розрахунків з кінця XVI століття застосовується запропоноване Ж. Скалігером літочислення юліанського періоду (JD). Безперервний рахунок днів ведеться з 1 січня 4713 до н. е.

Закони Кеплера

Перший закон Кеплера. Усі планети Сонячної системи обертаються навколо Сонця по еліптичних орбітах, в одному з фокусів яких перебуває Сонце.

(Під дією сили тяжіння одне небесне тіло рухається в полі тяжіння іншого небесного тіла по одному з конічних перерізів — колу, еліпсу, параболі або гіперболі.)

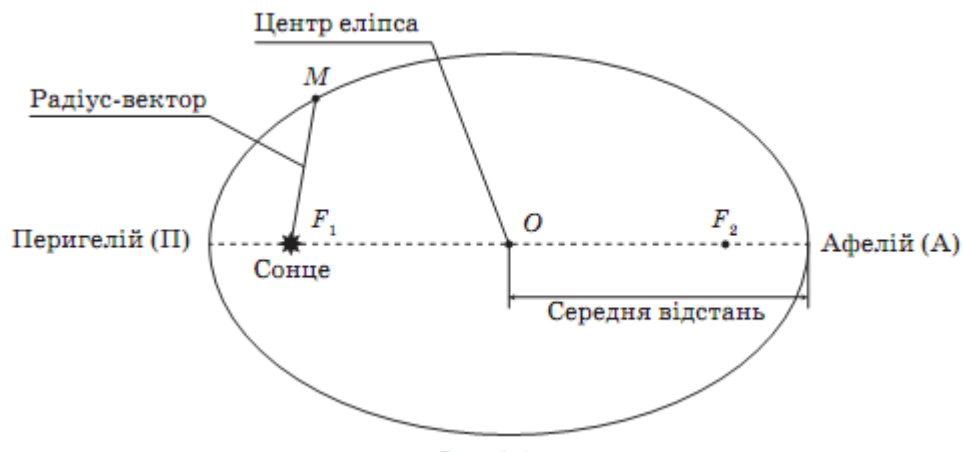
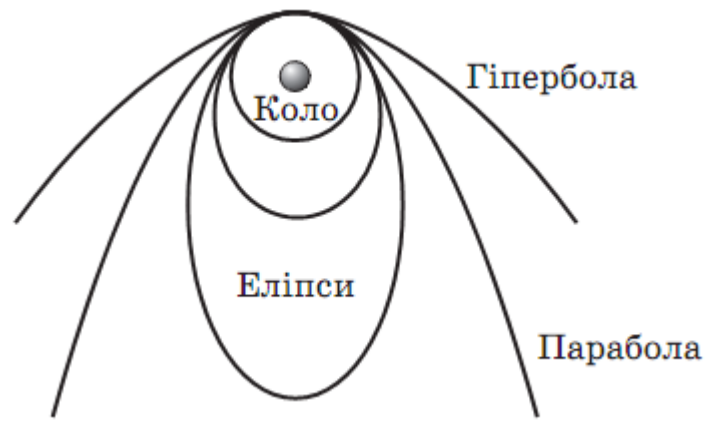


Рис. 1

Еліпсом (рис. 1) називається плоска замкнута крива, для якої сума відстаней кожної її точки від двох точок, які називаються фокусами, залишається сталою. Ця сума відстаней дорівнює довжині великої осі еліпса. Точка O — центр еліпса, F_1 і F_2 — фокуси. Найближча до Сонця точка орбіти називається перигелієм, найвіддаленіша — афелієм. Лінія, що з'єднує будь-яку точку еліпса з фокусом, називається радіус-вектором. Відношення відстані між фокусами до великої осі (до найбільшого діаметра) називається ексцентриситетом e . Еліпс тим сильніше витягнутий, чим більший його ексцентриситет. Велика піввісь еліпса a — середня відстань планети до Сонця.



По еліптичних орбітах рухаються і комети й астероїди. Коло має $e = 0$, еліпса – $0 < e < 1$, парабола – $e = 1$, у гіперболи $e > 1$.

Орбіти планет – еліпси – мало відрізняються від кіл; їх ексцентриситети малі. Наприклад, ексцентриситет орбіти Землі $e = 0,017$.

Орбіта небесного тіла також залежить від швидкості у певній точці простору :

Перша космічна швидкість для тіл, що рухаються по колу, для ШСЗ на низькій навколоземній орбіті – 7,9 км/с:

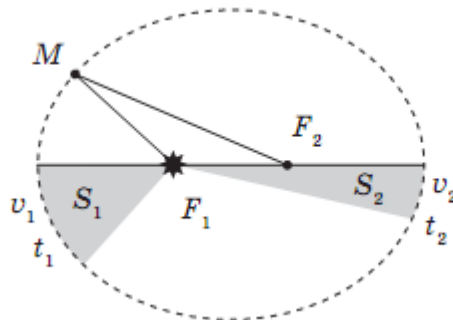
$$v_I = \sqrt{\frac{G(M + m)}{r}}$$

Друга космічна швидкість для тіл, що рухаються по параболі – 11,2 км/с:

$$v_{II} = \sqrt{\frac{2G(M + m)}{r}}$$

Третя космічна швидкість (тіло покине Сонячну систему) — 16,7 км/с.

Другий закон Кеплера. Радіус-вектор планети за однакові проміжки часу описує рівні площі: швидкість руху планет максимальна в перигелії й мінімальна в афелії.



Так, швидкість комети Галлея в перигелії дорівнює 55 км/с, а в афелії — 0,9 км/с. найближчий до Сонця Меркурій оббігає навколо світила за 88 днів. за

ним рухається Венера, і рік на ній триває 225 земних діб. земля обертається навколо Сонця за 365 діб, тобто рівно за один рік. Марсіанський рік майже вдвічі довший від земного. Юпітеріанський рік дорівнює майже 12 земним рокам, а далекий Сатурн обходить свою орбіту за 29,5 року! Словом, чим далі планета від Сонця, тим триваліший на ній рік. Іоганн Кеплер намагався знайти залежність між розмірами орбіт різних планет і часом їх обертання навколо Сонця. 15 травня 1618 р. після безлічі невдалих спроб Кеплер встановив нарешті дуже важливе співвідношення третій закон Кеплера. Квадрати періодів обертання планет навколо Сонця відносяться як куби їхніх середніх відстаней від Сонця:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

Основна задача небесної механіки — це дослідження руху небесних тіл під дією сил всесвітнього тяжіння, а саме: обчислення орбіт планет, комет, астероїдів, штучних супутників землі, космічних апаратів, зір у подвійних і кратних системах. Усі задачі в математичному плані дуже складні і за рідкісним винятком обчислюються тільки числовими методами за допомогою найпотужніших ЕОМ. Однак модельні задачі, у яких тіла розглядають як матеріальні точки, нехтуючи впливом інших тіл, можна розв'язати в загальному вигляді, тобто одержати формули для орбіт планет і супутників. Найпростішою вважають задачу двох тіл, коли одне значно більше за інше і система відліку пов'язана з цим тілом. Саме для цього випадку три закони руху планет відносно Сонця німецький астроном Йоганн Кеплер вивів емпірично на початку XVII століття. Кеплеру були відомі: координати Марса на небесній сфері із точністю до " за даними спостережень Тихо Браге; відносні відстані планет від Сонця; синодичні і сидеричні періоди обертання планет.

Закон всесвітнього тяжіння Ньютона

Ісаак Ньютон зміг пояснити рух тіл у космічному просторі за допомогою закону всесвітнього тяжіння. Він розробив свою теорію в результаті багаторічних досліджень руху Місяця і планет. Але спрощений висновок закону всесвітнього тяжіння можна зробити і з третього закону Кеплера. Якщо планета і Сонце рухаються по майже колових орбітах, їхні доцентрові прискорення рівні:

$$a_1 = G \frac{m}{R^2}, \quad a_1 = G \frac{M}{R^2}$$

де m , M — маси планети і Сонця, R — відстань між їхніми центрами.

$\frac{2\pi}{T}$ — кутова швидкість, де T — це період обертання

$$a_1 = \frac{4\pi^2}{T^2} r_1, \quad a_2 = \frac{4\pi^2}{T^2} r_2$$

де r_1 і r_2 — відстані до центра мас системи «планета-Сонце»

В узагальненому вигляді цей закон зазвичай формулюється так: добуток сум мас небесних тіл і їхніх супутників із квадратами їхніх сидеричних періодів обертання відносяться як куби великих півосей їхніх орбіт:

$$\frac{(M_1 + m_1)}{(M_2 + m_2)} \cdot \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

де M_1 і M_2 — маси небесних тіл, m_1 і m_2 — відповідно маси їхніх супутників, a_1 і a_2 — великі півосі їхніх орбіт, T_1 і T_2 — сидеричні періоди обертання. необхідно зрозуміти, що закон Кеплера пов'язує характеристики руху компонентів будь-яких довільних і незалежних космічних систем. У цю формулу можуть входити одночасно Марс із супутником, і Земля з Місяцем, чи Сонце з Юпітером.

VI. Закріплення знань

Запитання до студентів у ході викладу нового матеріалу

1. Яка найбільша кількість неділь може бути в лютому?
2. 1 січня сонячний годинник показує 10 годину ранку. Який час показують у цей момент ваш годинник?
3. Визначте різницю в показаннях точних годинника і хронометра, що йде за зоряним часом, через 1 рік після їх одночасного пуску.

Що ми дізналися на занятті?:

- Календар — безперервна система числення великих проміжків часу, заснована на періодичності явищ природи, особливо виразно виявляється в небесних явищах (рух небесних світил).
- Місячний календар — в його основі лежить синодичний місячний місяць тривалістю 29,5 середньої сонячної доби.
- Сонячний календар — в його основу покладено тропічний рік.
- Нині в більшості країн світу прийнято сонячний григоріанський календар.
- Геоцентрична система світу — система Птолемея (у центрі знаходиться земля).
- Геліоцентрична система світу — система Коперника (у центрі знаходиться Сонце).
- Усі планети Сонячної системи обертаються навколо Сонця по еліптичних орбітах, в одному з фокусів яких знаходиться Сонце — I закон Кеплера.
- друга космічна швидкість для тіл, що рухаються по параболі, — 11,2 км/с.
- Третя космічна швидкість (тіло покине Сонячну систему) — 16,7 км/с.

VII. Домашнє завдання

Л.1,(14-20, 21-28),§4, с. 29; тести. Л.2, с 59-64

Створити презентації: «Україна – космічна держава», «Початок космічної ери.», Виконати практичну роботу: «Визначення максимальної різниці місцевого часу для подвір'я та аудиторії».