

Олена Ліскович

ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ НАВИЧОК РОЗВ'ЯЗУВАННЯ АСТРОНОМІЧНИХ ЗАДАЧ



*(із досвіду роботи
Горбунова Сергія Вікторовича,
учителя фізики та астрономії
Миколаївського морського ліцею
імені професора М. Александрова
Миколаївської міської ради,
учителя-методиста)*

**Миколаїв
2021**



Миколаївський обласний інститут
післядипломної педагогічної освіти

Кафедра теорії й методики
природничо-математичної освіти
та інформаційних технологій

Олена Ліскович

ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ НАВИЧОК РОЗВ'ЯЗУВАННЯ АСТРОНОМІЧНИХ ЗАДАЧ

*(із досвіду роботи Горбунова Сергія Вікторовича,
учителя фізики та астрономії*

*Миколаївського морського ліцею імені професора
М. Александрова Миколаївської міської ради,
учителя-методиста)*

Миколаїв
2021

- Автор-упорядник:** *О. В. Ліскович*, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри теорії й методики природничо-математичної освіти та інформаційних технологій Миколаївського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти
- Рецензенти:** *Л. О. Клименко*, кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри теорії й методики природничо-математичної освіти та інформаційних технологій Миколаївського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти, заслужений працівник освіти України;
- Л. П. Мойсеєнко*, учитель фізики Миколаївського класичного ліцею Миколаївської міської ради, учитель-методист
- Відповідальна за випуск:** *В. В. Стойкова*, кандидат педагогічних наук, заступник директора з науково-педагогічної роботи Миколаївського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти

Схвалено вченою радою Миколаївського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти, протокол від 31 березня 2021 року № 2.

У посібнику висвітлено окремі методи та прийоми, що дають можливість осучаснити підходи до розв'язування задач на уроках астрономії.

Ліскович О. В. Формування в учнів навичок розв'язування астрономічних задач (із досвіду роботи Горбунова С. В., учителя фізики та астрономії Миколаївського морського ліцею імені професора М. Александрова Миколаївської міської ради, учителя-методиста) / О. В. Ліскович – Миколаїв : ОІППО, 2021. – 40 с.

© Кафедра теорії й методики природничо-математичної освіти та ІТ
Миколаївського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти
2021

© Лабораторія редакційно-видавничої діяльності
Миколаївського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти
2021

Зміст

Передмова.....	4
-----------------------	----------

Розділ I.

Формування в учнів навичок розв'язування астрономічних задач

1.1. Класифікація астрономічних задач.....	6
1.2. Методичні поради щодо формування в учнів навичок розв'язування задач із астрономії.....	10

Розділ II.

Матеріали з досвіду роботи

2.1. Розв'язування задач, що демонструють зв'язок астрономії з геометрією.....	20
2.2. Зв'язок астрономії та фізики.....	22
2.3. Графічні задачі на конфігурації планет.....	24
2.4. Використання рухомої карти зоряного неба (РКЗН) під час розв'язування задач із різних розділів шкільного курсу астрономії.....	25
2.5. Результати підготовки учнів до обласного та всеукраїнського етапів Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії.....	37
Рекомендована література.....	38

Передмова

Розв'язування задач на уроках астрономії відіграє важливу роль у формуванні астрономічних понять, забезпеченні якісного засвоєння теоретичного матеріалу, його практичного застосування. Однак довгі роки викладання астрономії за коротким 17-годинним курсом призвели до того, що кількість і тематика задач, що використовувались у освітньому процесі, стали мінімальними. Обмеженість у часі не сприяла формуванню в учнів навичок розв'язування астрономічних задач, певною мірою навички втрачали і вчителі.

Наразі ситуація з астрономією в школі покращилась. Чинними є два варіанти навчальної програми з фізики та астрономії для старшої школи і, відповідно, два варіанти вивчення. Якщо викладання фізики та астрономії здійснюється за програмою авторського колективу під керівництвом В. М. Локтева, то астрономії вивчається як окремий предмет.

У другому випадку (програма авторського колективу під керівництвом О. І. Ляшенка) астрономічний складник, на вибір учителя, може вивчатися окремо або інтегровано з фізичним складником.

Позитивним є те, що на рівні стандарту для вивчення астрономічного складника в обох випадках виділяється 35 годин, що дає можливість більше часу використати для розв'язування астрономічних задач, а отже, суттєво підвищити рівень засвоєння навчального матеріалу.

Необхідною умовою якісного навчання астрономії є відповідна підготовка вчителя, який володіє методикою формування в учнів навичок розв'язування задач на уроках астрономії, а також сам уміє їх розв'язувати.

У посібнику висвітлено окремі методи та прийоми, що дають можливість осучаснити підходи до розв'язування задач на уроках астрономії. Акцентовано увагу на практичній спрямованості змісту задач, методах зацікавлення учнів проблемами, описаними в задачі, використанні сучасних онлайн-ресурсів для підвищення інтересу школярів до астрономічних явищ і процесів, усвідомлення значення астрономічних знань для розвитку цивілізації.

Ефективним інструментом удосконалення фахової компетентності вчителя є вивчення перспективного педагогічного досвіду. Із цією метою в запропонованому посібнику представлені матеріали з досвіду роботи Горбунова Сергія Вікторовича, учителя фізики та астрономії Миколаївського морського ліцею імені професора М. Александрова Миколаївської міської ради, учителя-методиста, щодо формування в учнів навичок розв'язування астрономічних задач, розкрито ефективні прийоми та методи, що дають можливість учителю досягти високих результатів.

Ефективність системи роботи вчителя підтверджена результативністю освітнього процесу та підготовки ліцеїстів до участі у Всеукраїнській учнівській олімпіаді з астрономії.

Розділ І. Формування в учнів навичок розв'язування астрономічних задач

1.1. Класифікація астрономічних задач

Астрономічна задача – змодельована проблема, що спирається на астрономічну інформацію, яку розв'язують шляхом несуперечливих логічних міркувань і математичних дій із використанням законів фізики та астрономії.

Астрономічні задачі використовуються з метою:

- формування нових знань;
- створення проблемних навчальних ситуацій;
- формування предметних компетентностей;
- формування й розвиток інтересу до навчального предмета;
- розвитку творчих (дослідницьких) здібностей учнів;
- контролю засвоєння й закріплення навчального матеріалу.

Класифікація астрономічних задач здійснюється за такими ознаками:

- за дидактичною метою (тренувальні, творчі, контрольні);
- за змістом (конкретні, абстрактні, із міжпредметним змістом, історичні, із певних розділів курсу астрономії);
- за способом подання умови (текстові, графічні, задачі-малюнки або фотографії, спостережні, експериментальні);
- за ступенем складності (прості (репродуктивні), середньої складності (евристичні), складні (олімпіадні), підвищеної складності (дослідницькі));
- за вимогою (на знаходження невідомого, на доведення, на спостереження небесного явища чи об'єкта);
- за способом розв'язування (практичні, обчислювальні, графічні).

Тренувальні задачі, які використовують для пояснення сутності астрономічних явищ, законів і закономірностей, закріплення понять. Такі задачі необхідні на початковому етапі (перший рівень) засвоєння навчального матеріалу.

Творчі задачі максимально наближені за характером свого змісту та постановкою до тих, які розв'язують астрономи в процесі наукової (дослідницької) діяльності. Їх доцільно використовувати для отримання учнями нових знань, формулюючи у вигляді питань, що виникають під час вивчення нового навчального матеріалу і вирішення яких вимагає залучення щойно засвоєних знань.

Конкретні задачі вимагають пояснити астрономічне явище, вказати причини виникнення, а отже, розкрити його зв'язки з іншими явищами. Головні запитання таких задач: «Що це таке? Чому це відбувається? За яких умов це можна спостерігати?».

Абстрактні задачі своїм змістом орієнтовані на астрономічні поняття та уявні дії з ними з метою пошуку розв'язку задачі. Приклад такої задачі: «Сформулюйте відмінності між планетою й карликовою планетою».

Ефективними в контексті реалізації компетентнісного підходу є задачі з міжпредметним змістом, для розв'язування яких необхідні знання з інших навчальних предметів, найчастіше з фізики, а також із інших природничих і гуманітарних предметів. Цікавий зміст мають історичні задачі, пов'язані з важливими подіями в розвитку астрономії.

Умову текстової задачі виражено словесно, у вигляді тексту. Зазвичай такі задачі містять необхідні дані для їх розв'язування, окрім певних фізичних чи астрономічних констант, які учень може або пам'ятати, або взяти з довідника.

Істотне місце в курсі астрономії посідають графічні задачі, умова яких представлена за допомогою малюнка, схеми, графіка, креслення, фотографії тощо. Існує велика кількість

зображень небесних об'єктів, які можна використати в якості задачі. Наприклад, упізнавання об'єктів Сонячної системи тощо.

Спостережні (експериментальні) задачі – астрономічні спостереження (реальні спостереження можна замінити на віртуальні), робота з картами зоряного неба.

Із 2011 року в Україні започатковано проведення олімпіади з астрономії. Для підготовки учнів до олімпіади використовуються різноманітні завдання.

Олімпіадні задачі передбачають максимально повний розгляд астрономічного явища, об'єкта чи їх системи. Розв'язок складної задачі вимагає від учня нестандартного мислення й високого рівня ерудиції, широкого кругозору. Окрім хорошого володіння навчальним матеріалом (знання астрономії й фізичних законів), під час розв'язування такої задачі учень має проявити кмітливість і винахідливість, щоб, наприклад, відмовитися від пошуку розв'язку за певним усталеним стандартом.

У процесі навчання природничих навчальних предметів широко застосовують якісні задачі.

Якісна задача з астрономії – навчальна ситуація, що вимагає від учня розумових і практичних дій на основі використання астрономічної інформації, а також застосування набутих астрономічних знань і законів фізики без виконання математичних розрахунків.

Отже, у якісній задачі:

- акцентовано увагу на суті астрономічних чи астрофізичних явищ і процесів;
- для її розв'язування не потрібно виконувати обчислень.

Якісна астрономічна задача вимагає вирішення проблеми навчального характеру, але її розв'язок не зводиться до математичної формалізації чи встановлення кількісних

співвідношень.

В освітньому процесі з астрономії необхідно використовувати потенціал усіх типів задач.

Аналіз змісту навчальних програм дає підстави для висновку, що в програмі рівня стандарту вимоги щодо розв'язування задач мінімізовані. Однак, якщо говорити про якісні задачі, то вони є необхідною складовою освітнього процесу. Також програмою передбачено, що учень користується рухомою картою зоряного неба, зоряними атласами, орієнтується на місцевості за Сонцем і Полярною зорею.

Певним орієнтиром у відборі задач, особливо для учнів, які цікавляться астрономією і бажають брати участь у інтелектуальних змаганнях, є програма профільного рівня, що передбачає розв'язування задач на:

- *знаходження висот світил за заданими екваторіальними координатами і навпаки;*
- визначення часу;
- *використання законів руху космічних тіл для розрахунку їх орбіт і космічних швидкостей;*
- визначення основних характеристик телескопа;
- визначення температури небесного тіла за формулою Погсона;
- *розрахунки відстаней до астероїдів та визначення їх мас;*
- взаємозв'язок між розміром, температурою та абсолютною зоряною величиною зорі;
- використання залежності період–світність для цефеїд;
- взаємозв'язок різних фізичних параметрів Сонця;
- визначення власних рухів та променевих швидкостей зір;
- визначення відстаней до галактик по зміщенню спектральних ліній та з використанням закону Габбла.

Типи задач, виділені курсивом, можуть бути використані і в

процесі вивчення астрономії на рівні стандарту.

Для формування в учнів навичок розв'язування астрономічних задач доцільно використовувати прийоми та методи, що забезпечують усвідомлене використання теоретичних знань, опору на фізичні закони та математичний апарат.

1. 2. Методичні поради щодо формування в учнів навичок розв'язування задач із астрономії

Аналіз відвідування закладів освіти, спілкування з педагогами та учнями засвідчили наявність низки проблем, що призвели до того, що учні не бажають вивчати астрономію. Це зумовлено тим, що школярі не розуміють, навіщо їм астрономія, де астрономічні знання можна застосувати на практиці, у повсякденному житті тощо.

Для вирішення даної проблеми науковці рекомендують ширше використовувати:

- практичні задачі та вправи;
- практичні роботи з використанням астрономічних баз даних і віддалених телескопів;
- реальні та віртуальні астрономічні спостереження.

Щодо методики розв'язування астрономічних задач, то значно підвищить ефективність такої роботи візуалізація умови та розв'язку задачі за допомогою планетарію; використання прикладних задач; ілюстрація умови задачі астросвітлинами; використання астрономічних новин для конструювання завдань.

Приклади візуалізації задач за допомогою віртуального планетарію.

Для демонстрації практичного застосування астрономії демонструємо можливість визначення географічної широти за допомогою астрономічних спостережень:

- 1) висота Полюса світу дорівнює географічній широті;

$$\varphi = h$$

- 2) географічну широту можна обчислити, вимірявши висоту світила у верхній та нижній кульмінації.

$$\varphi = (h_{\text{в}} + h_{\text{н}}) : 2$$

Зазначимо, що друга формула застосовується для зір, які не заходять.

Продемонструємо другу формулу на прикладі зорі Дубхе (α UMa).

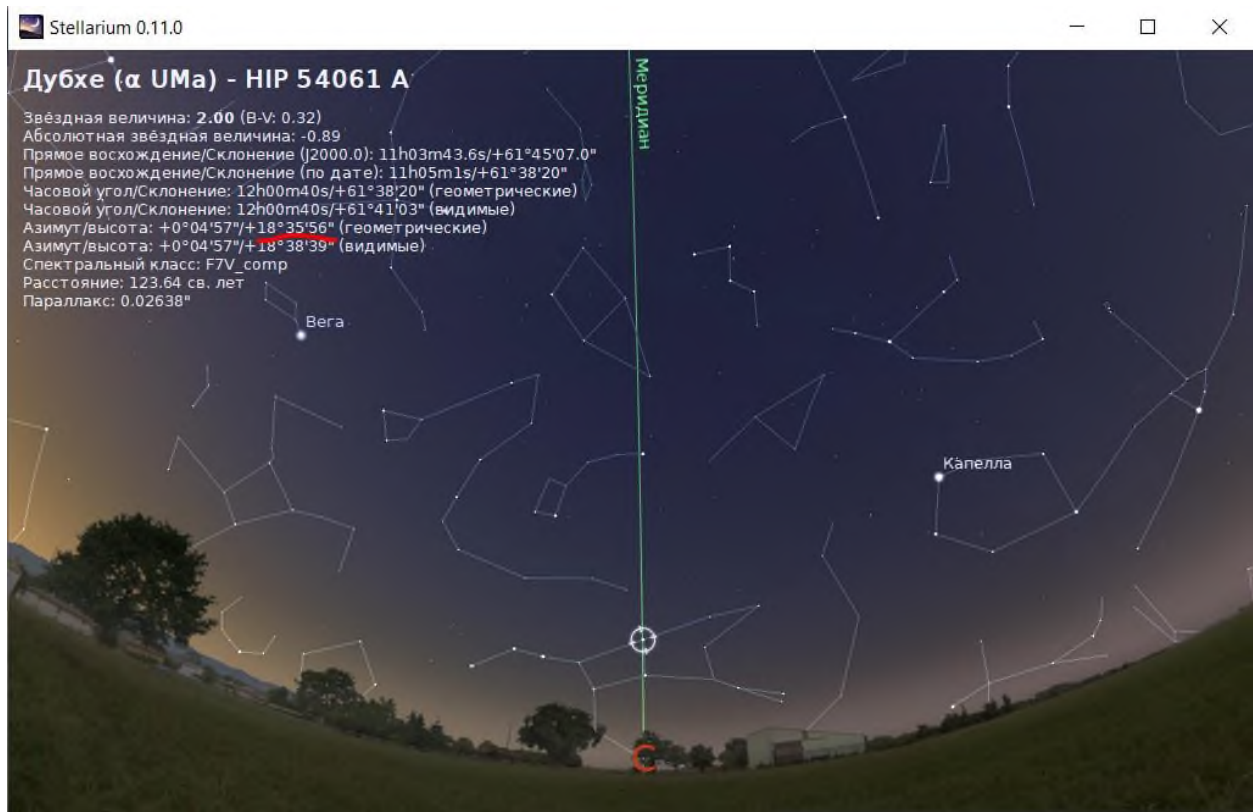


Рис. 1. Дубхе в нижній кульмінації.

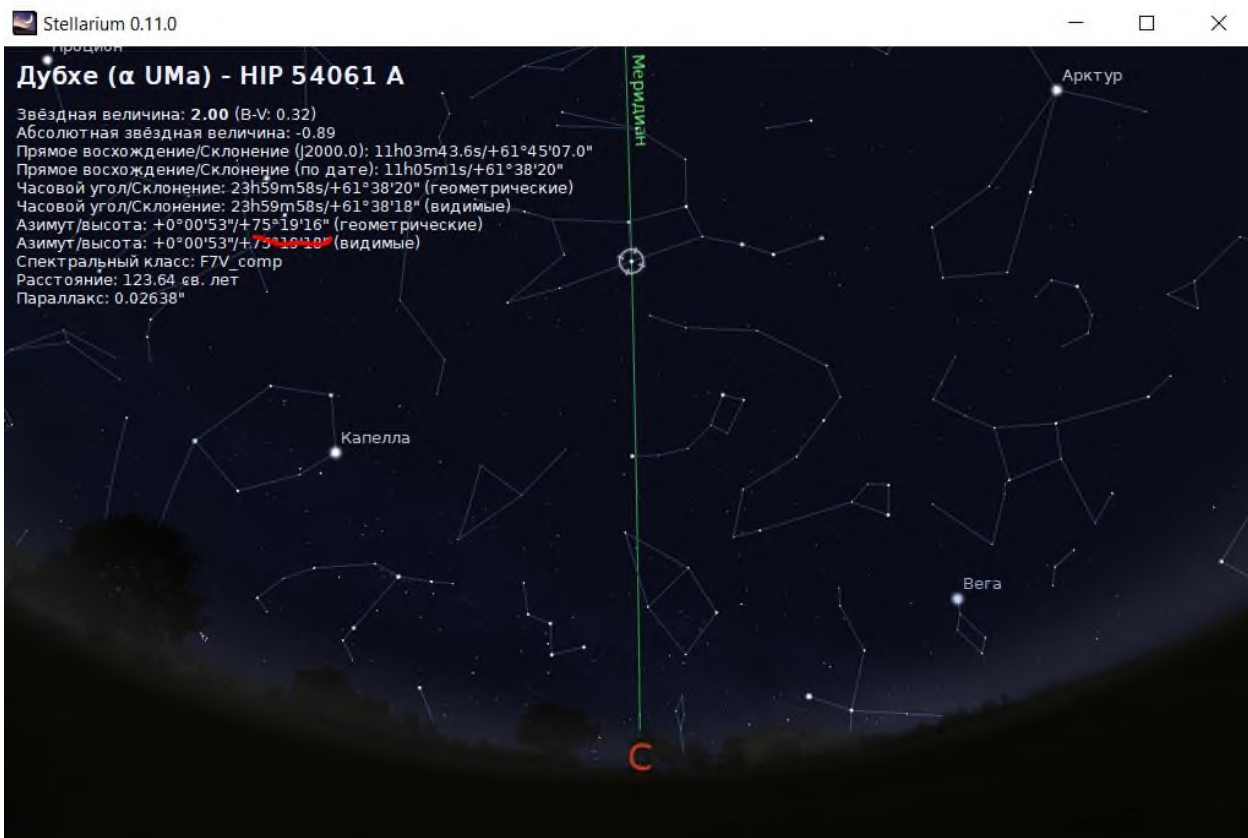


Рис. 2. Дубхе у верхній кульмінації.

Як видно з рисунка, висота Дубхе в нижній кульмінації становить приблизно $18^{\circ}36'$, а у верхній – $75^{\circ}19'$.

Підставимо значення висот у формулу:

$$\varphi = (18^{\circ}36' + 75^{\circ}19') : 2 = 46^{\circ}57' \text{ – широта Миколаєва.}$$

Ці ж дії можна виконати з використанням рухомої карти зоряного неба, але в цьому випадку учням дещо важче визначати висоту.

За зорями, які заходять, також можна визначити географічну широту, знаючи схилення зорі. Як видно з рисунка 3:

$$h = (90^{\circ} - \varphi) + \delta, \text{ тоді } \varphi = 90^{\circ} - h + \delta.$$

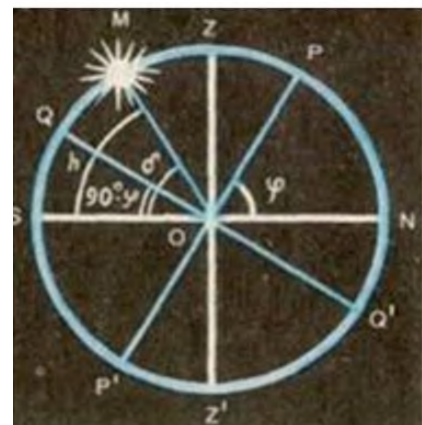


Рис. 3

Проілюструємо дану формулу за допомогою планетарію на прикладі зорі Спіка (α Vir).



Рис. 4. Кульмінація Спіки

Як видно з рис. 4, схилення становить $-11^{\circ}16'$, а висота – $31^{\circ}46'$.

Звідси, $\varphi = 90^{\circ} - 31^{\circ}46' - 11^{\circ}16' = 46^{\circ}58'$.

Слід уточнити, що дана формула справедлива для зір, що кульмінують на південь від зеніту. Для тих, що кульмінують на північ від зеніту (наприклад, Дубхе), справедлива формула:

$$h = \varphi + (90^{\circ} - \delta).$$

Ілюструвати за допомогою планетарію можна й задачі інших типів, що, на перший погляд, не потребують візуалізації.

Наприклад.

Вранці на небі можна спостерігати Венеру і Арктур. До якого сузір'я входить ця зоря? У скільки приблизно разів Венера яскравіша від Арктура?



Тобто, необхідно знайти інформацію про видиму величину Арктура та Венери.

Арктур $m = -0,04^m$.

Щодо Венери знаходимо актуальну інформацію в астрономічному календарі про видимість Венери у грудні 2020 року.

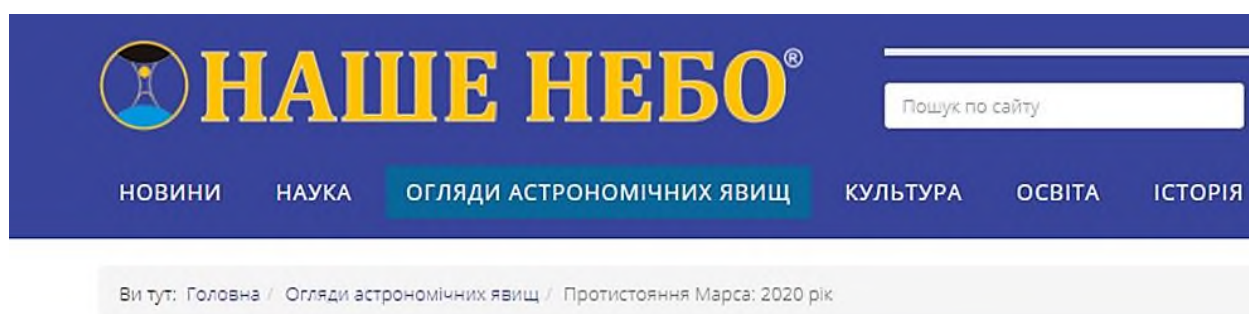
«Венера рухається в одному напрямку з Сонцем сузір'ям Терези, 17 грудня переходить у сузір'я Скорпіона, а 21 грудня – у сузір'я Змієносця. Видимий діаметр Венери за місяць зменшиться від 12" до 11", а фаза збільшиться від 0,9 до 1 при блиску близько -4^m ».

Застосуємо формулу Погсона і визначимо, що яскравість

відрізняється приблизно у 61 раз.

Використання астрономічних новин для конструювання задач.

Пропонуємо учням ознайомитися з інформацією про протистояння Марса у 2018 та 2020 роках, що розміщені в огляді астрономічних явищ науково-популярного журналу «Наше небо».



👤 👁 огляди явищ 📅 👁 перегляди: 186

Протистояння Марса: 2020 рік



На зоряному небі в жовтні 2020 року «володарює» планета Марс. 14 жовтня о другій годині 20 хв за київським літнім часом відбудеться її протистояння. Про суть цього явища докладніше йдеться в замітці «Як спостерігати Марс в опозиції?» і дуже популярно сказано у відеофільмі «Велике протистояння Марса», вміщеному на ютуб-каналі «Все про Всесвіт». У 2020 р. Марс пройшов перигелій 3 серпня, а найближче до Землі (на відстані 62 мільйонів кілометрів) він буде 6 жовтня.

Від моменту останнього протистояння Марса минуло понад два роки — воно відбулося 27 липня 2018 р. Умови спостереження Марса тоді були гіршими, ніж нині. На широті Києва його висота над горизонтом в меридіані (над точкою півдня) становила трохи більше за 14 кутових градусів. Цього року Марс буде на висоті понад 41°. Що вище небесне світило над горизонтом, то менше атмосфера Землі вносить спотворення в його зображення. Навіть в тому разі, коли спостерігач дивиться на нього очима, тобто не використовує бінокль чи телескоп.

13 жовтня 2020 року.

Покликання на статтю: <http://www.nashenebo.in.ua/ohliady-iavyschch/protystoiannia-marsa-2020-rik>.



ІВАН КРЯЧКО ПЕРЕГЛЯДИ: 3144

Велике протистояння Марса 2018 року



Планета Марс яскраво сяє на літньому зоряному небі в 2018 році. Найяскравішою вона буде наприкінці липня, бо саме в цей час Земля і Марс лежатимуть на мінімальній відстані між ними. Ця подія означає — відбувається астрономічне явище, яке називають протистоянням. Оскільки відстань між планетами становитиме 57 590 000 км, тобто менше 60 млн км, то протистояння є не простим, а великим.

Востаннє воно було 15 років тому, в 2003 році. Тоді Марс підійшов до Землі на найменшу з можливих відстаней і це викликало неймовірний ажітаж серед аматорів астрономії, а також породило міф про те, що видимі розміри Марса на зоряному небі будуть співмірні з розмірами Місяця (чому цього не може бути пояснено в замітці «Яким буде Марс 27 серпня?»). Цього разу Марс буде далі від Землі, ніж тоді, але не варто втрачати шанс побачити його в момент великого протистояння. Наступного разу він випаде аж у вересні 2035 року.

Щоб не повторювати вкотре інформацію про суть явища протистояння, подаю посилання на замітку «Як спостерігати Марс в опозиції?», який деякі читачі вже читали. Лише повторюю деякі з його основних висновків:

27 липня 2018 року.

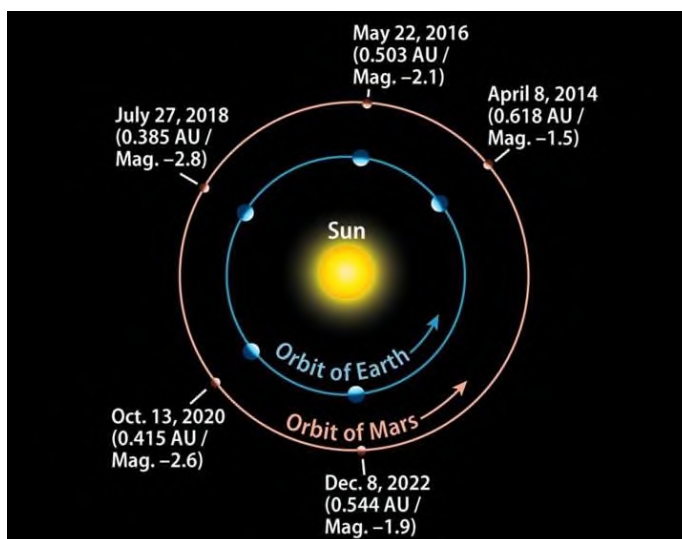
Покликання на статтю: <http://www.nashenebo.in.ua/ohliady-iavyshch/velyke-protystoiannia-marsa-2018-roku>

Запитання до учнів:

які відомості про Марс

можна одержати з даної інформації?

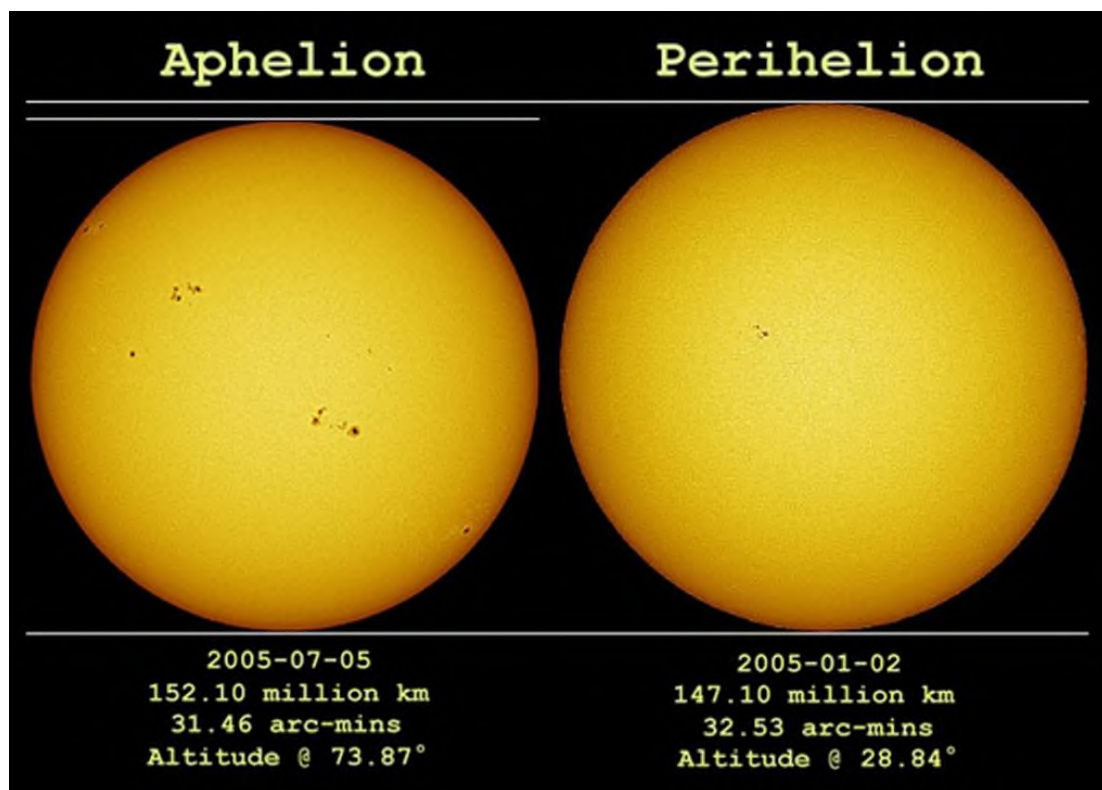
1. Синодичний період Марса.
2. Сидеричний період (використати формулу зв'язку сидеричного та синодичного періодів).



Використання ілюстрацій до задач на застосування законів Кеплера та визначення елементів орбіт небесних тіл

Приклад.

Найбільший кутовий діаметр Сонця 32'35" буває 4 січня, найменший 31'31" – на початку липня. Які точки своєї орбіти проходить Земля у ці дні? На скільки відрізняються відстані від Землі до Сонця в ці дні? Велика піввісь орбіти Землі 150 млн. км.



Із чого почне розв'язувати задачу учень?

1. Назве точки орбіти (перигелій і афелій).
2. Визначить у скільки разів відрізняється перигелійна та афелійна відстані. Видимий діаметр Сонця обернено пропорційний відстані до нього, тобто $r_a/r_{\pi}=32'35"/31'31"=1,034$.
 $r_a = 1,034 r_{\pi}$

3. Згадає формули зв'язку перигелійної та афелійної відстаней із великою піввісю еліпса $r_a + r_{\pi} = 2a$.

4. Виконає необхідні перетворення:

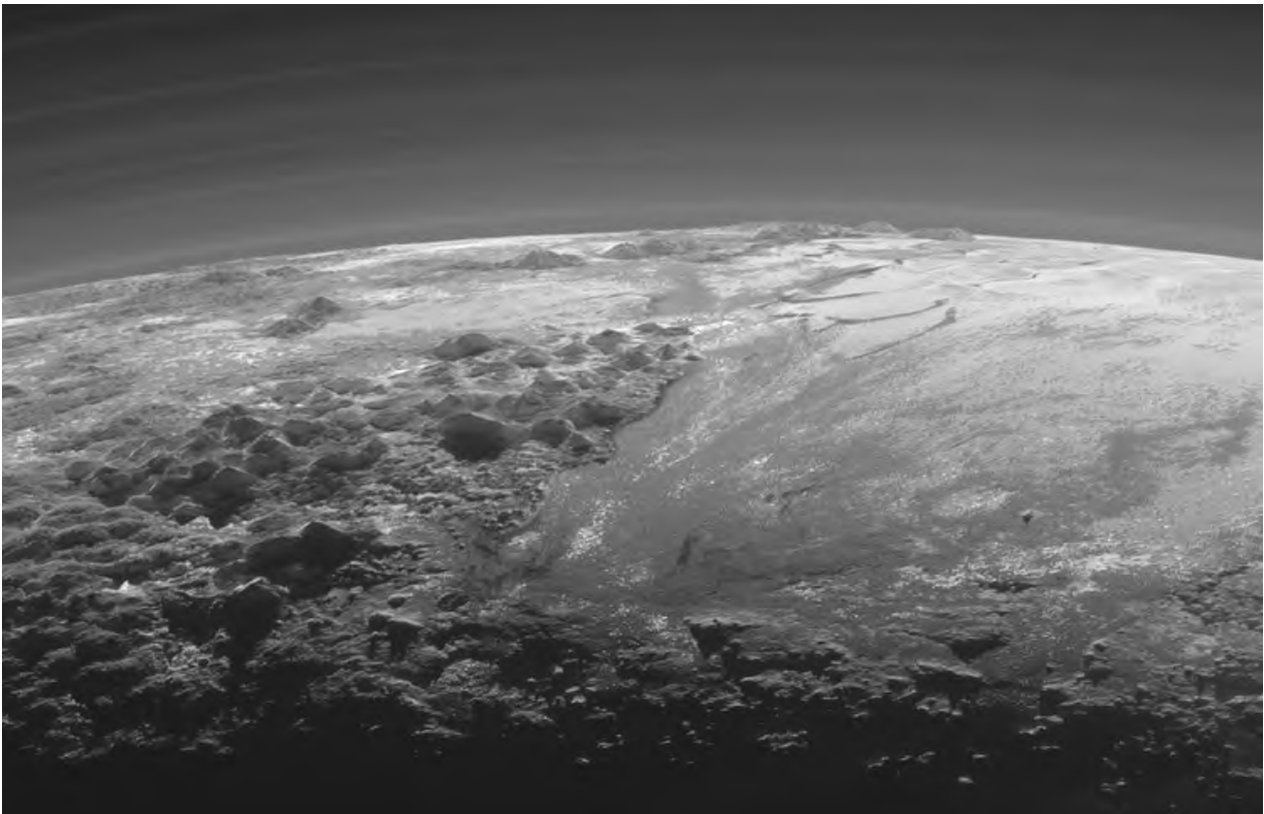
$$r_a + r_{\pi} = 2,034 r_{\pi} = 2a$$

$$r_{\pi} = 2a/2,034$$

$$r_a - r_{\pi} = 0,034 r_{\pi} = 0,034 \cdot 2a/2,034.$$

Приклад.

Плутон. Що вам відомо про дослідження цієї карликової планети? Чи встигла карликова планета з часу свого відкриття зробити хоч один оберт навколо Сонця? ($a=39,5$ а.о.)



Пейзажі Плутона, одержані за допомогою міжпланетного космічного зонда «Нові горизонти»

Визначимо синодичний період Плутона з третього закону Кеплера:

$$T = \sqrt[3]{a^3}$$

$$T \approx 248 \text{ р.}$$

А з часу відкриття минуло всього 90 років.

Приклад.

Певного року найкращі умови видимості Юпітера припадали на жовтень – листопад. У які місяці видимість Юпітера буде найкращою наступного року? Велика піввісь орбіти планети дорівнює 5,2 а.о.

Використаємо третій закон Кеплера:

$$T = a \sqrt{a} = 11,86 \text{ р.}$$

$$1/S = 1/T_3 - 1/T$$

$$S = T/(T-1) = 1,09 \text{ р} \quad 0,09 \text{ р} = 32,8 \text{ доби}$$

Отже, в листопаді-грудні



Космічний апарат «Юнона»

Довідка. Юнона – космічний зонд, створений НАСА в рамках програми New Frontiers для дослідження Юпітера.

Розділ II. Матеріали з досвіду роботи

Горбунов С. В. для досягнення вищезазначеної мети використовує систему методичних прийомів, що передбачає:

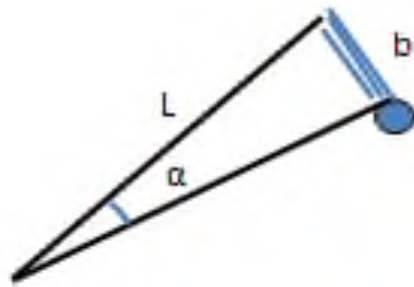
- ефективне використання зв'язків із фізикою та математикою
- концентроване вивчення теоретичного матеріалу;
- візуалізацію задач з використанням рухомої карти зоряного неба;

2.1. Розв'язування задач, що демонструють зв'язок астрономії з геометрією

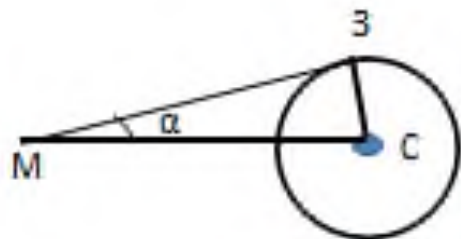
На уроках астрономії доцільно продемонструвати важливість зв'язку астрономії з геометрією, для цього необхідно періодично розв'язувати прості задачі на тригонометрію в астрономії.

Приклад 1. Пролітаючи мимо Землі на відстані 1 а.о. комета має хвіст із кутовим розміром $0,5^\circ$. Оцінити довжину хвоста комети .

$$\begin{aligned}\operatorname{tg} \alpha &= \frac{d}{L}; & b &= L \operatorname{tg} \alpha \\ & & &= 1,306 \text{ млн км.}\end{aligned}$$



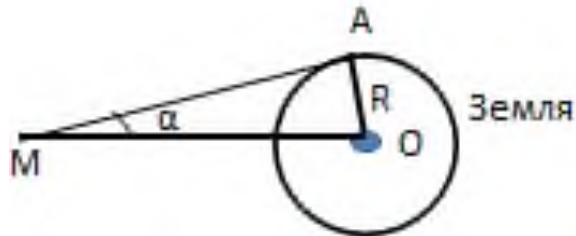
Приклад 2. На яку кутову відстань віддаляється Земля для спостерігача на Марсі? Велика піввісь Землі 1 а.о., Марса 1,6 а.о.



$$\sin \alpha = \frac{3C}{CM}; \quad \alpha = \arcsin \left(\frac{1}{1.6} \right) = 38.7^\circ$$

Приклад 3. Чому дорівнює горизонтальний паралакс Марса, коли планета знаходиться на мінімальній відстані від Землі 0,378 а.о.?

$$\sin \alpha = \frac{R}{OM}; \quad \alpha = \arcsin \left(\frac{6400}{0,378 \times 149600000} \right) = 23,25''$$



Приклад 4. Паралакс зірки 61-Лебедя дорівнює 0,37". Чому дорівнює відстань до неї?

$$L = 1/\alpha'' \quad L = 1/0,37'' = 2,7 \text{ пк} = 8,81 \text{ св. років.}$$

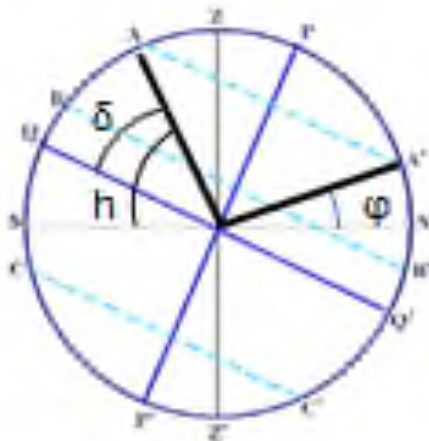
Приклад 5. Схилення світила складає $\delta = 46^\circ$. Чи заходить це світило за горизонт у Полтаві? ($\varphi = 49,5$) Знайти висоту у верхній кульмінації.

$$90^\circ - \varphi = h - \delta; \quad h = 90^\circ - \varphi + \delta;$$

$$h = 86,5^\circ;$$

У нижній кульмінації:

$$90^\circ - \varphi + h = \delta; \quad h = -90^\circ + \varphi + \delta; \quad h = 5,5^\circ; \quad h > 0 - \text{не заходить.}$$



2.2. Зв'язок астрономії та фізики

Демонстрацію зв'язку астрономії з фізикою доцільно здійснювати під час вивчення руху планет, їх супутників, космічних апаратів.

Приклад 6. Визначити зоряний період Марса, якщо синодичний період $S=780$ діб. Знайти велику піввісь Марса. Якщо зоряний період Землі 1 рік, велика піввісь Землі 1 а.о.

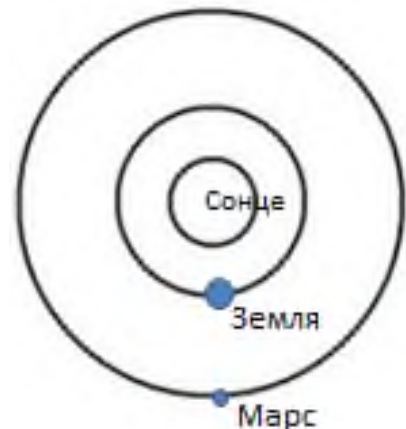
Система відліку "Марс": $\Delta\omega$

$$= \omega_3 - \omega_M;$$

$$1/S = 1/T_3 - 1/T_M;$$

$$T_M = \frac{ST_3}{S - T_3} = 687 \text{ діб.}$$

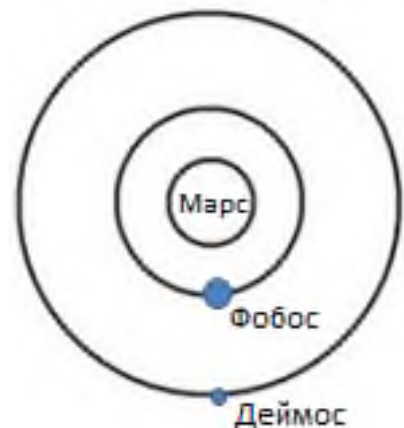
$$\frac{T_M^2}{T_3^2} = \frac{a_M^3}{a_3^3}; \quad a_M = a_3 \sqrt[3]{\frac{T_M^2}{T_3^2}} = 1,6 \text{ а.о.};$$



Третій закон Кеплера можна використовувати і для супутників планет та космічних апаратів. Для цього треба порівняти даний об'єкт з іншим, який також обертається навколо спільного гравітаційного центра.

Приклад 7. Супутники Марса Фобос і Деймос мають великі півосі обертання 9400 км і 23600 км відповідно. Період обертання Фобоса 7 год 40 хв. Визначити період Деймоса.

$$\frac{T_D^2}{T_F^2} = \frac{a_D^3}{a_F^3}; \quad T_D = T_F \sqrt[3]{\frac{a_D^3}{a_F^3}} = 30,5 \text{ год.}$$

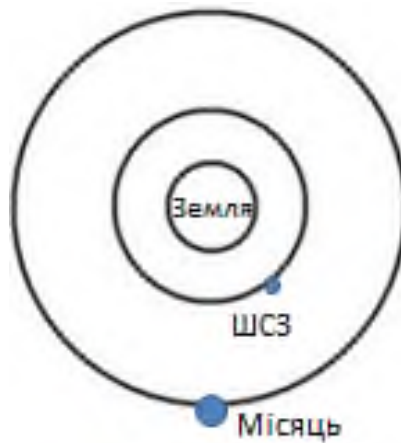


Приклад 8. Визначити велику піввісь ШСЗ на геостаціонарній орбіті. ($T=23$ год 56 хв). Зірковий період Місяця 27,32 діб, велика піввісь місяця 384000 км.

Можна використати третій закон Кеплера порівнявши ШСЗ з Місяцем.

$$\frac{T_M^2}{T_c^2} = \frac{a_M^3}{a_c^3}; \quad a_c = a_M \times \sqrt[3]{\frac{T_c^2}{T_M^2}} = 42254 \text{ км.}$$

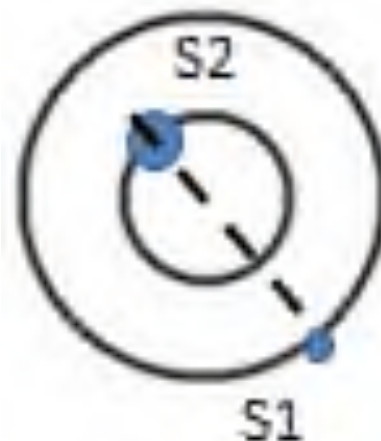
Задачу можна розв'язати і за другим законом Ньютона.



Приклад 9. Визначте масу подвійної зорі у якої радіус орбіти 26600000 км, період обертання 3 діб. Зірки однакові за масою.

Порівняємо систему подвійної зорі з системою «Сонце-Земля» і використаємо уточнений третій закон Кеплера.

$$\frac{(M_1+M_2)T_1^2}{(M_c+M_3)T_3^2} = \frac{a_1^3}{a_3^3}; \quad M_1 + M_2 = \frac{M_c \times T_3^2 \times a_1^3}{T_1^2 \times a_3^3} = 77,3 \times M_c.$$



2.3. Графічні задачі на конфігурації

Приклад 10. У яких конфігураціях можна спостерігати Землю з Марса? З Меркурія?



З Марса Землю видно в елонгації. А з Меркурія – в протистоянні.

Приклад 11. У яку пору доби видно старий Місяць?

Так як Земля обертається навколо своєї осі проти годинникової стрілки, то старий Місяць буде видно вранці перед сходом Сонця.



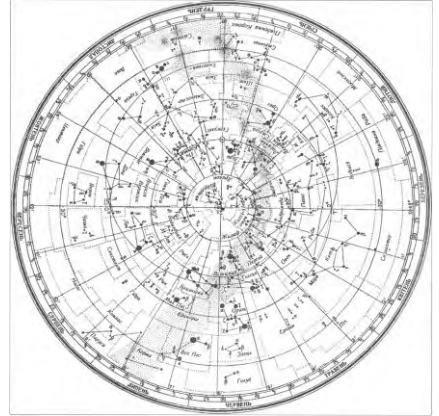
Приклад 12. Чи можна бачити Меркурій на сході ввечері?

Не можна. Після заходу Сонця, якщо Меркурій у східній елонгації, то його можна спостерігати на заході.

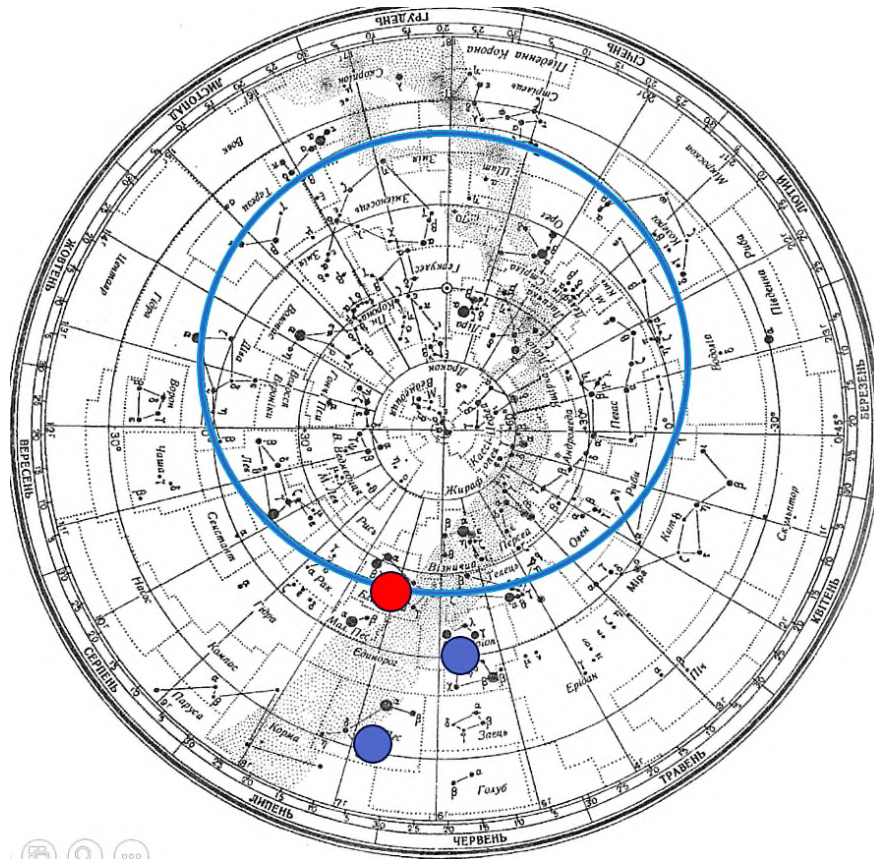


2.4. Використання рухомої карти зоряного неба (РКЗН) під час розв'язування задач із різних розділів шкільного курсу астрономії

Розв'язування задач із використанням РКЗН супроводжується демонстрацією розташування небесних об'єктів за допомогою мультимедійних засобів. При цьому використовується зображення карти та її складових, що необхідні для розв'язування конкретної задачі, наприклад, лінія екліптики. Це дає можливість: ефективно пояснювати хід розв'язування задачі, не витрачати час для кожного учня, оперативно здійснювати самоперевірку.

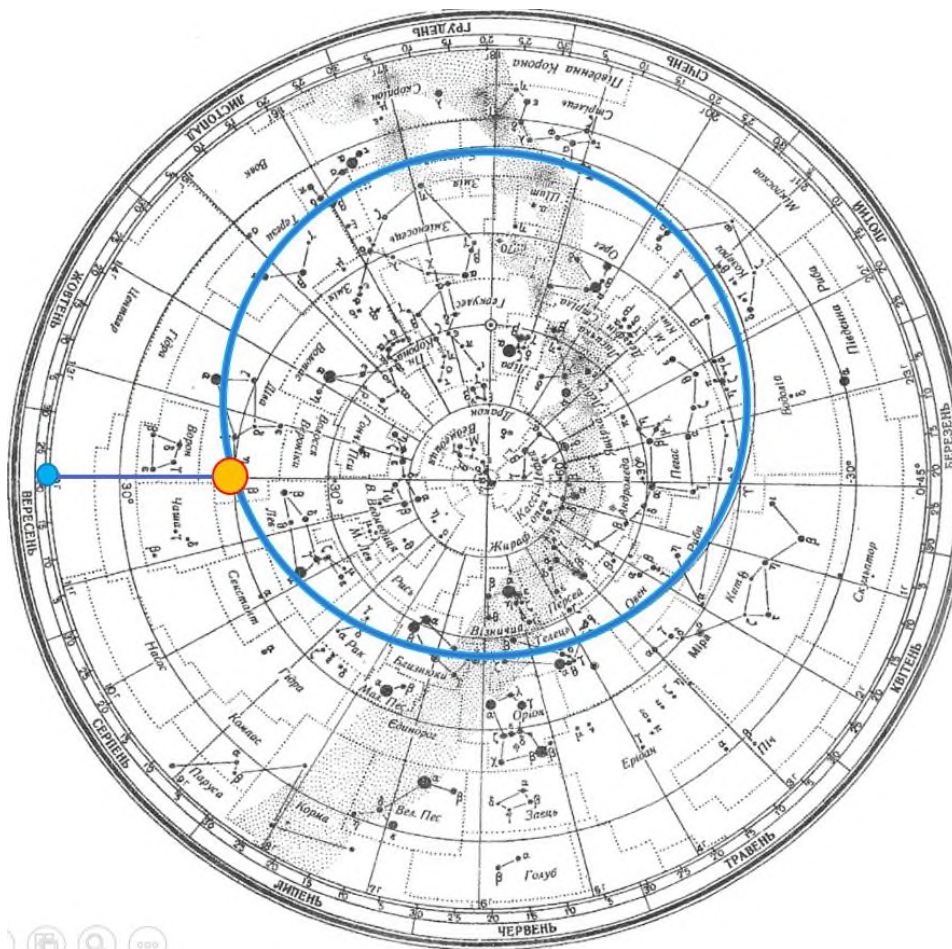


Приклад. Чи можна спостерігати Венеру в сузір'ї Близнюків? У сузір'ї Великого Пса? Оріона?



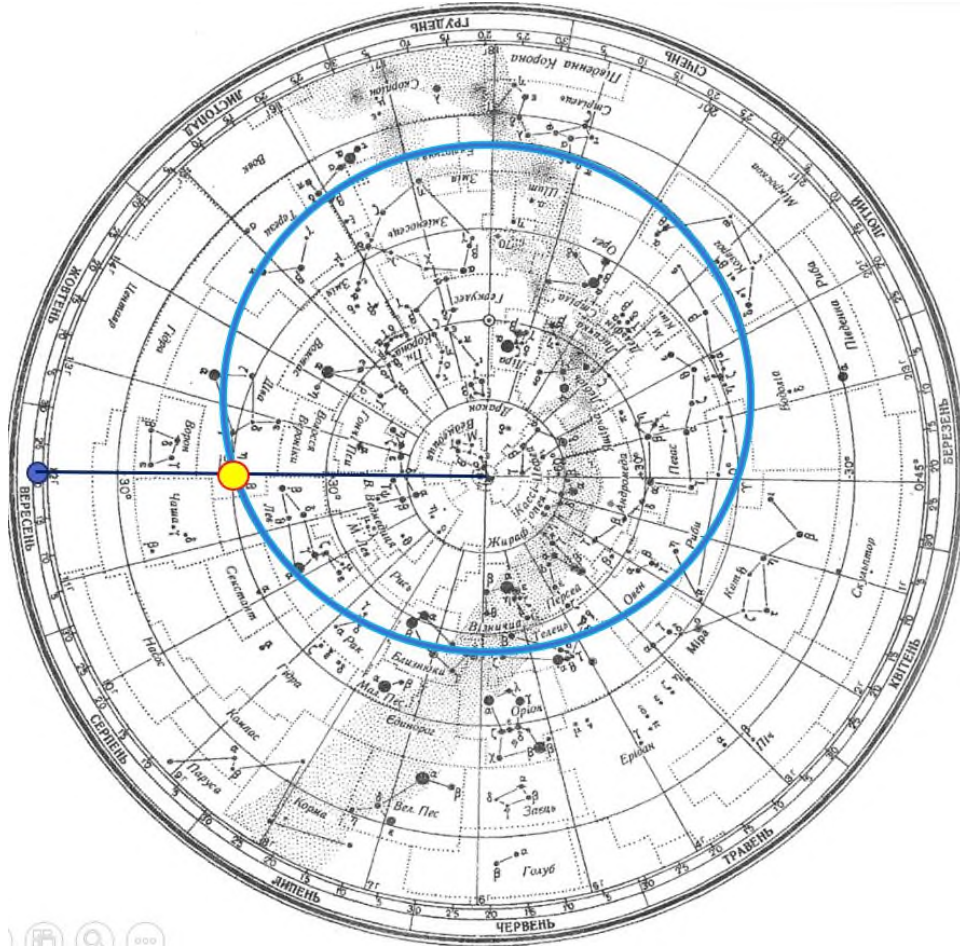
Отже, Венеру може спостерігатися в зодіакальному сузір'ї Близнюків, а у сузір'ї Великого Пса, далекому від екліптики, Венера знаходиться не може.

Приклад. Пряме сходження Сонця 12 год. Чи можна вночі бачити сузір'я Діви?



Позначимо розташування Сонця на РКЗН. Як видно з рисунка, Сонце перебуває в сузір'ї Діви, отже вночі його спостерігати не можна.

Приклад. У якому сузір'ї сьогодні розташоване Сонце і які сузір'я кульмінують опівночі?



Положення Сонця визначається за перетином полуденної лінії з екліптикою. Оскільки ми не використовуємо накладний круг, то полуденна лінія буде сполучати Північний полюс світу і дату, на яку необхідно визначити положення Сонця (у даному випадку це 25 вересня).

Як видно з рисунка, Сонце знаходиться в сузір'ї Діви, а кульмінують сузір'я, що розташовані на цій же лінії, але а напрямку, протилежному від Північного полюса світу.

Приклад. 10 травня відбулося протистояння Марса. У якому сузір'ї його було видно?

Розв'язування задачі розпочинається з аналізу розташування Землі, Сонця та Марса у протистоянні. Оскільки Марс знаходитиметься в протилежній стороні від Сонця на небесній сфері, необхідно визначити його розташування (див. попередню задачу).

Усі логічні кроки в поясненні даної задачі доцільно супроводжувати відповідними ілюстраціями (рис. 1-4).

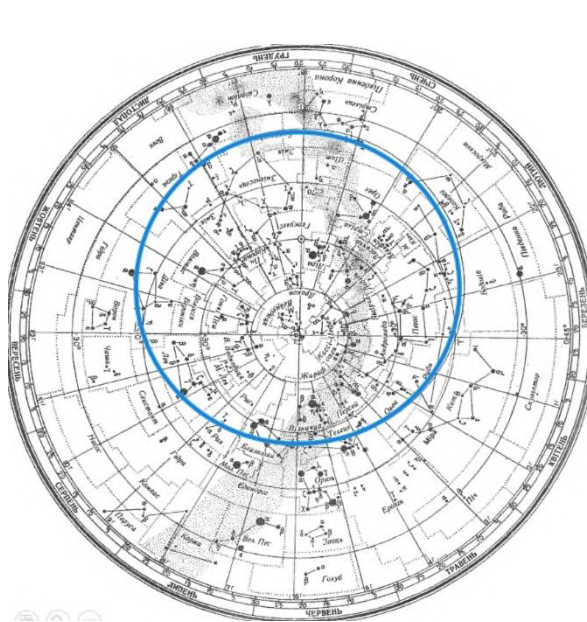


Рис. 1

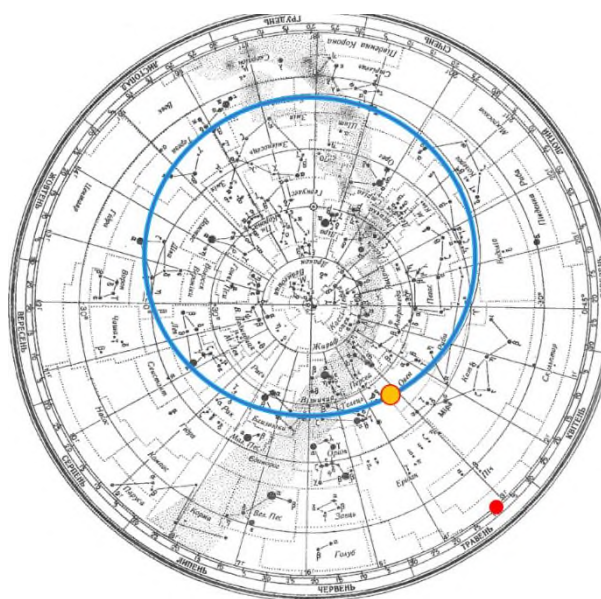


Рис. 2

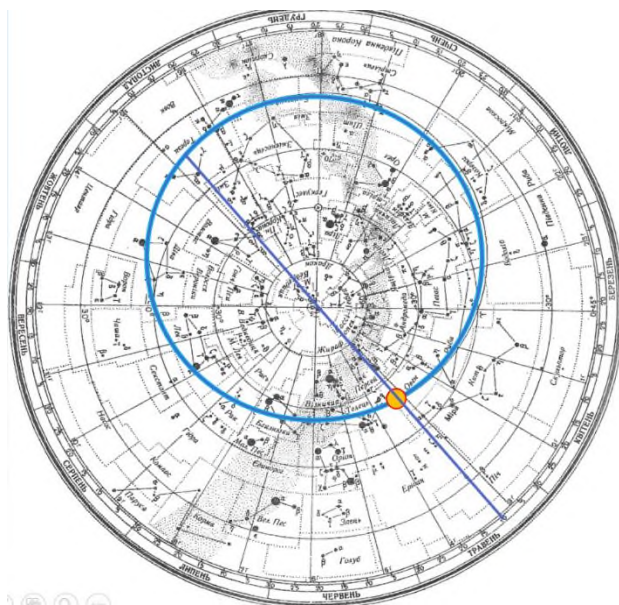


Рис. 3

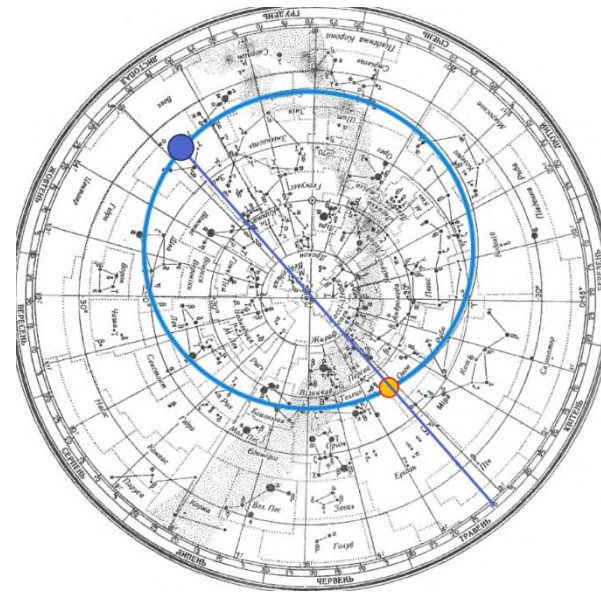


Рис. 4

Як видно з рис. 4, 10 травня у протистоянні Марс перебуває в сузір'ї Терези.

Якщо виникають складнощі під час пояснень, учитель використовує додаткову схематичну ілюстрацію даної конфігурації (рис. 5, 6).

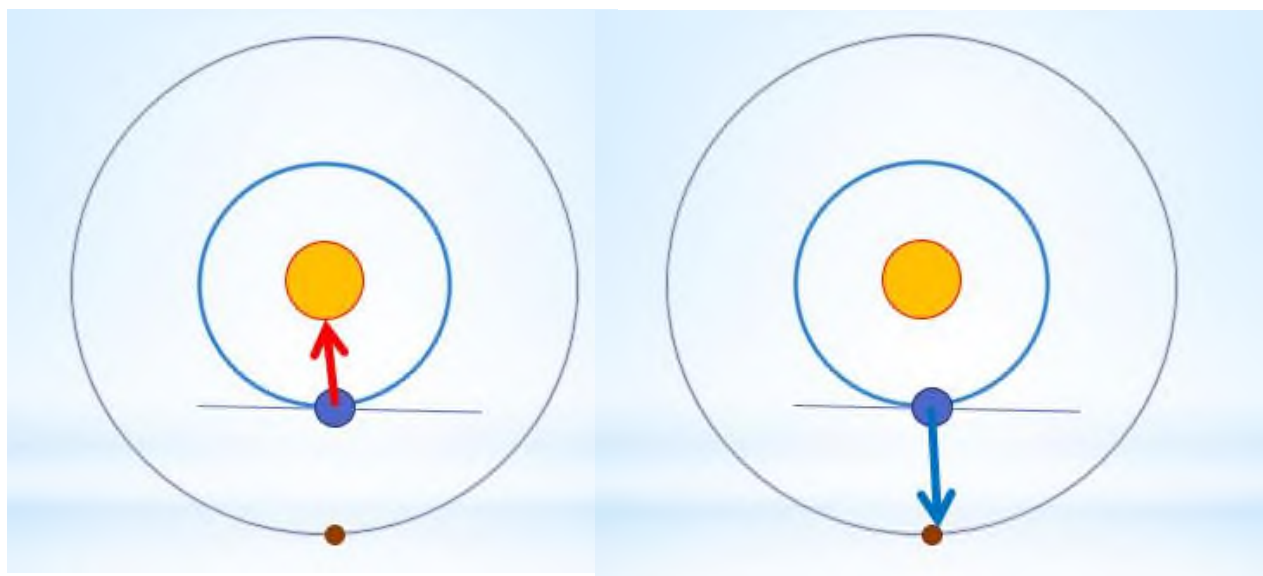


Рис. 5

Рис. 6

Візуалізація розв'язків астрономічних задач сприяє усвідомленому засвоєнню навчального матеріалу, розвитку уяви, абстрактного та логічного мислення учнів.

Приклад. 15 квітня Марс був видний в протистоянні. У якому сузір'ї перебувала Земля для спостерігача на Марсі?

Під час розв'язування даної задачі аналізуємо розташування астрономічних об'єктів і приходимо до висновку, що для спостерігача на Марсі Земля буде у тому ж сузір'ї, що й Сонце.

Сонце



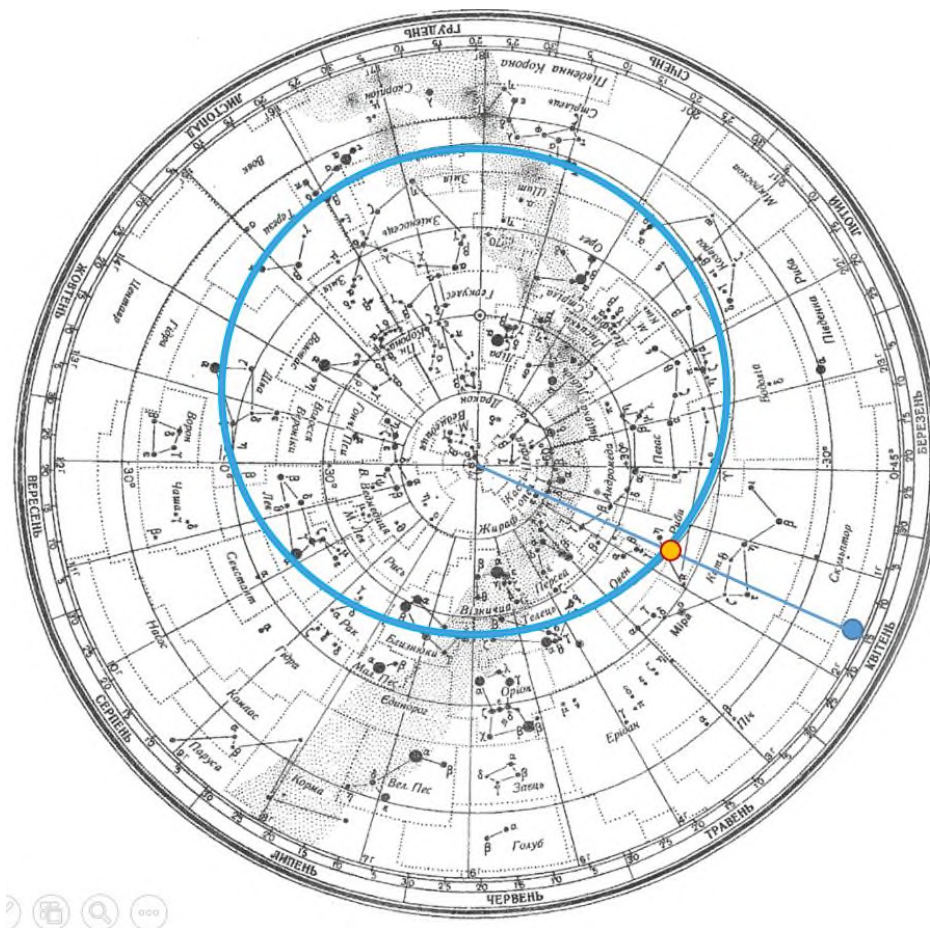
Земля



Марс

Отже, під час протистояння Марса Землю з його нічної поверхні бачити неможливо.

Використавши рухому карту зоряного неба, визначимо у якому сузір'ї перебуватиме Сонце 15 квітня. Як видно з рисунка, це сузір'я Риби.



Приклад. Сонце знаходиться в сузір'ї Тельця. Чи може Меркурій бути в сузір'ї Лева?

Для розв'язування задачі необхідно нагадати про максимальне відхилення нижніх планет. Меркурій може перебувати на відстані $27-28^\circ$ від Сонця поблизу екліптики (рис. 1). На РКЗН позначимо місце розташування Сонця та сузір'я Лева (рис. 2).

Елонгація Меркурія 27-28°

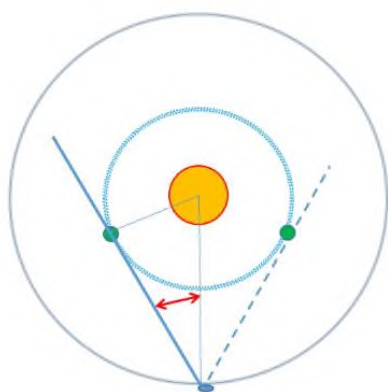


Рис. 1

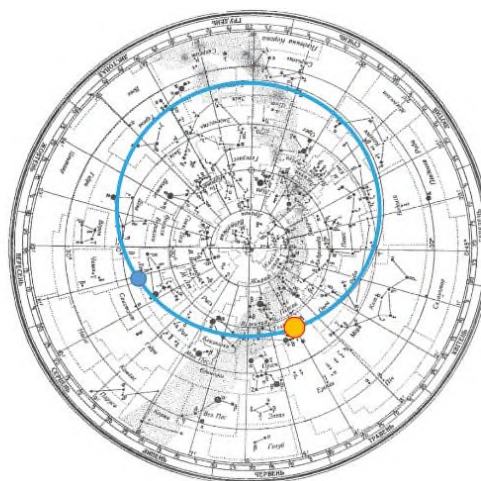


Рис. 2

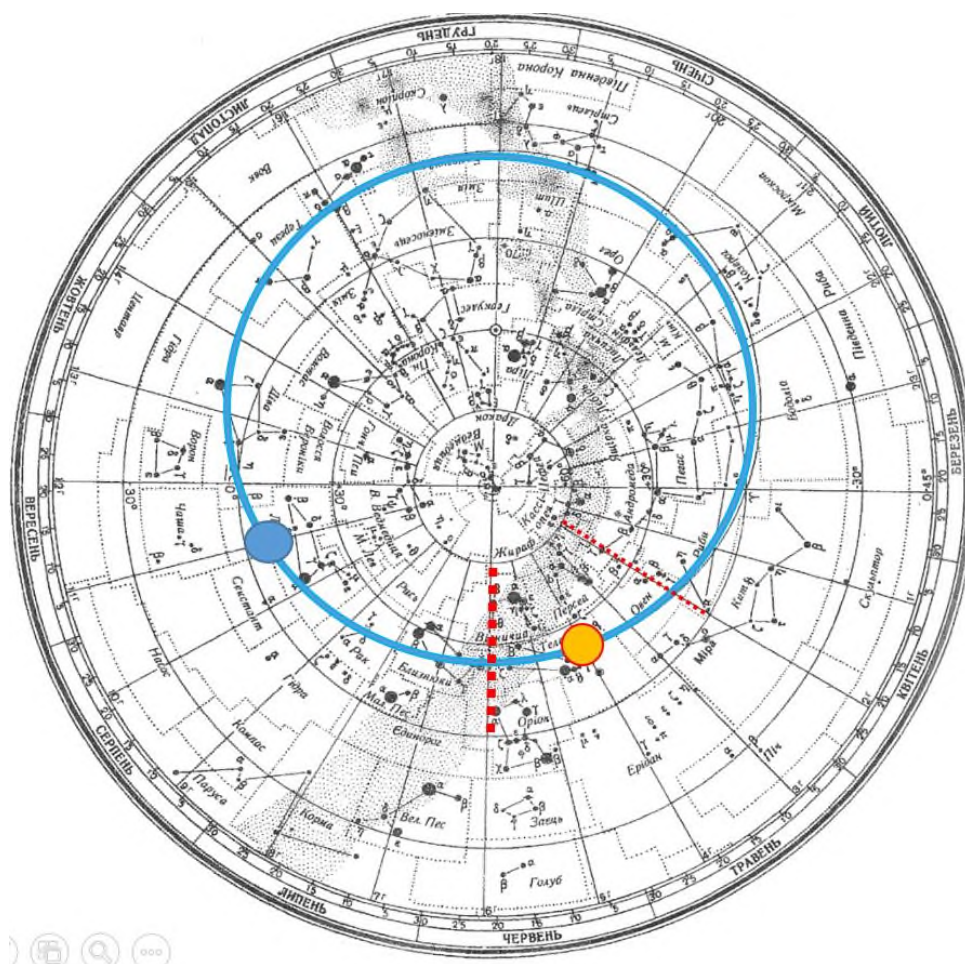


Рис. 3

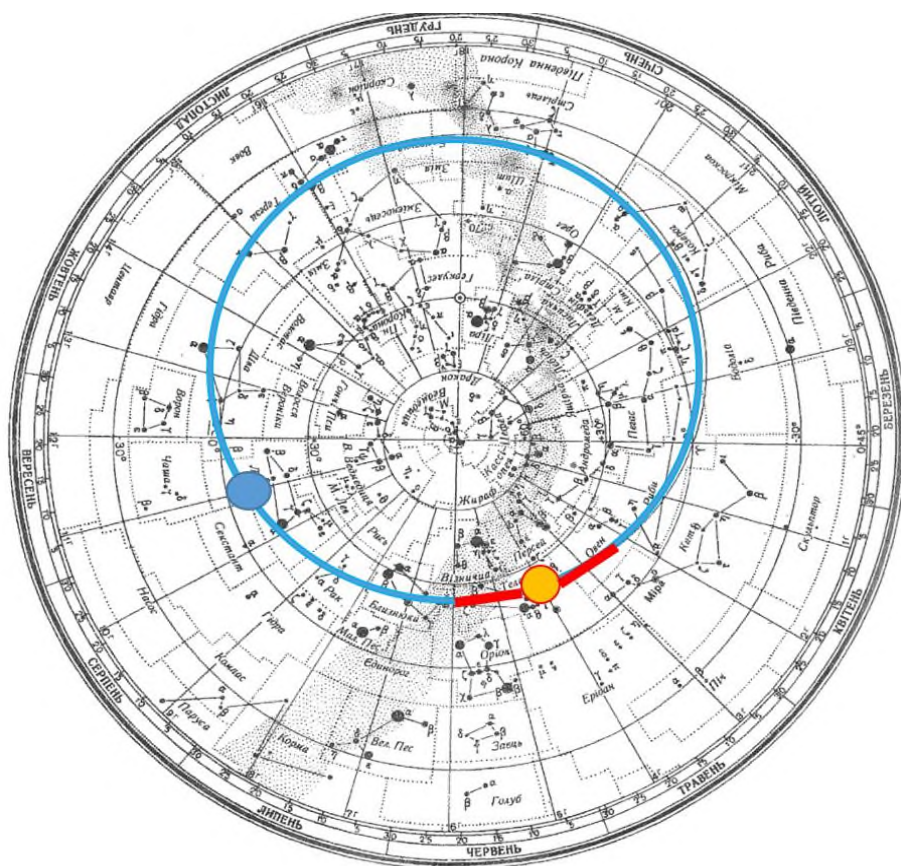
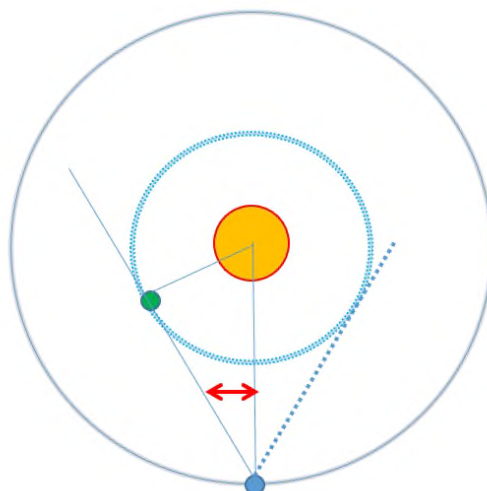


Рис. 4

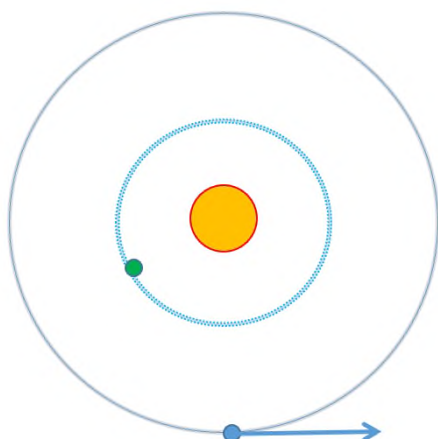
Відкладемо кутову відстань, що відповідає елонгації Меркурія (рис. 3) і переконаємось, що в сузір'ї Лева цю планету в даний час спостерігати неможливо (рис. 4).

Приклад. Венера перебувала в найбільшому вечірньому віддаленні 5 лютого. У якому сузір'ї вона перебувала.

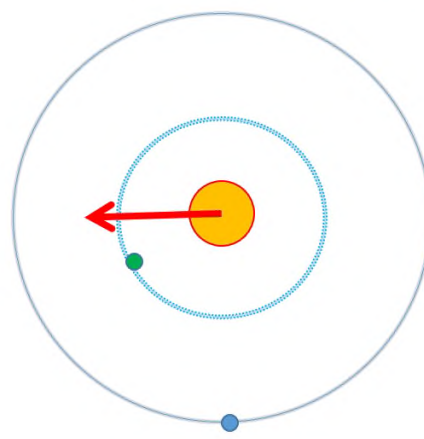
З'ясуємо, що в момент елонгації Венера перебуває на кутовій відстані приблизно 47° від Сонця. У вечірньому віддаленні Венера перебуває у східній елонгації і знаходиться ліворуч від Сонця.



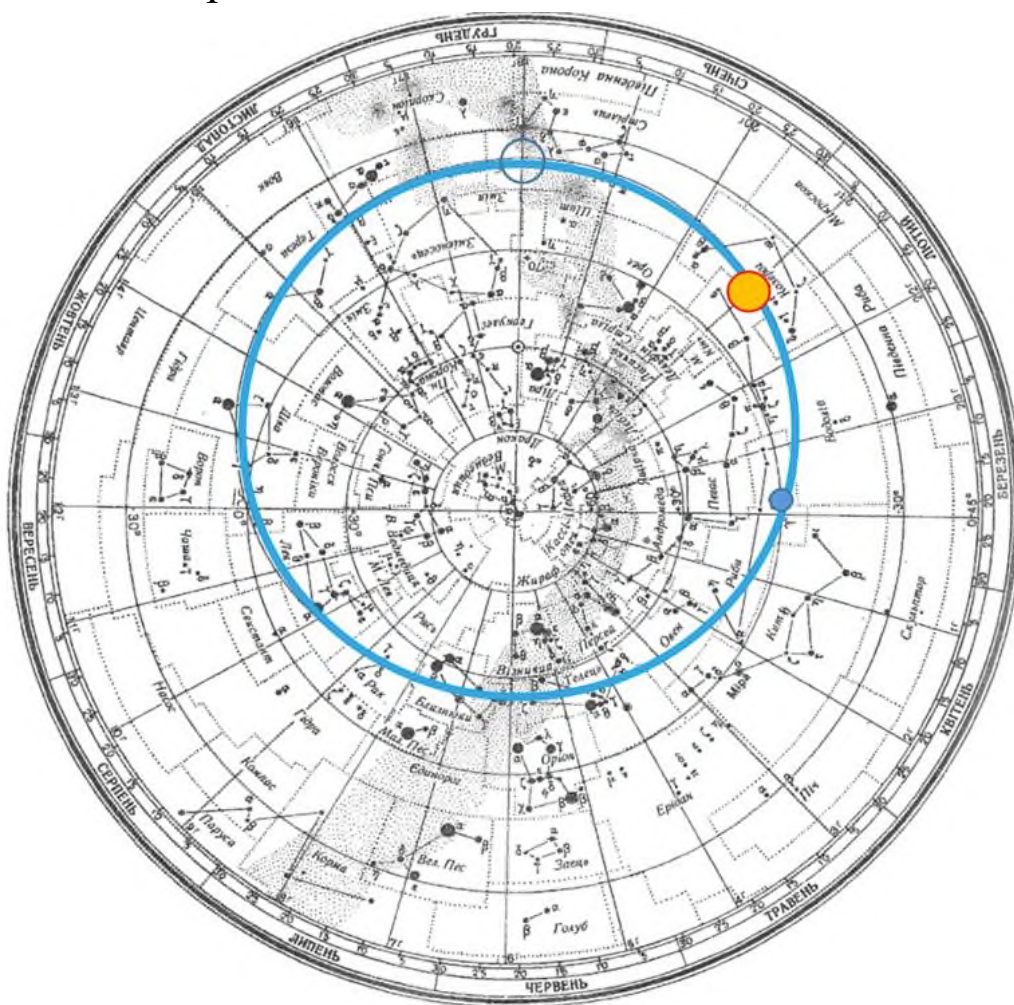
Система відліку «Сонце»



Система відліку «Земля»



Як видно з рисунків, для спостерігача, що перебуває на Землі, Сонце протягом року рухається на небесній сфері проти годинникової стрілки.

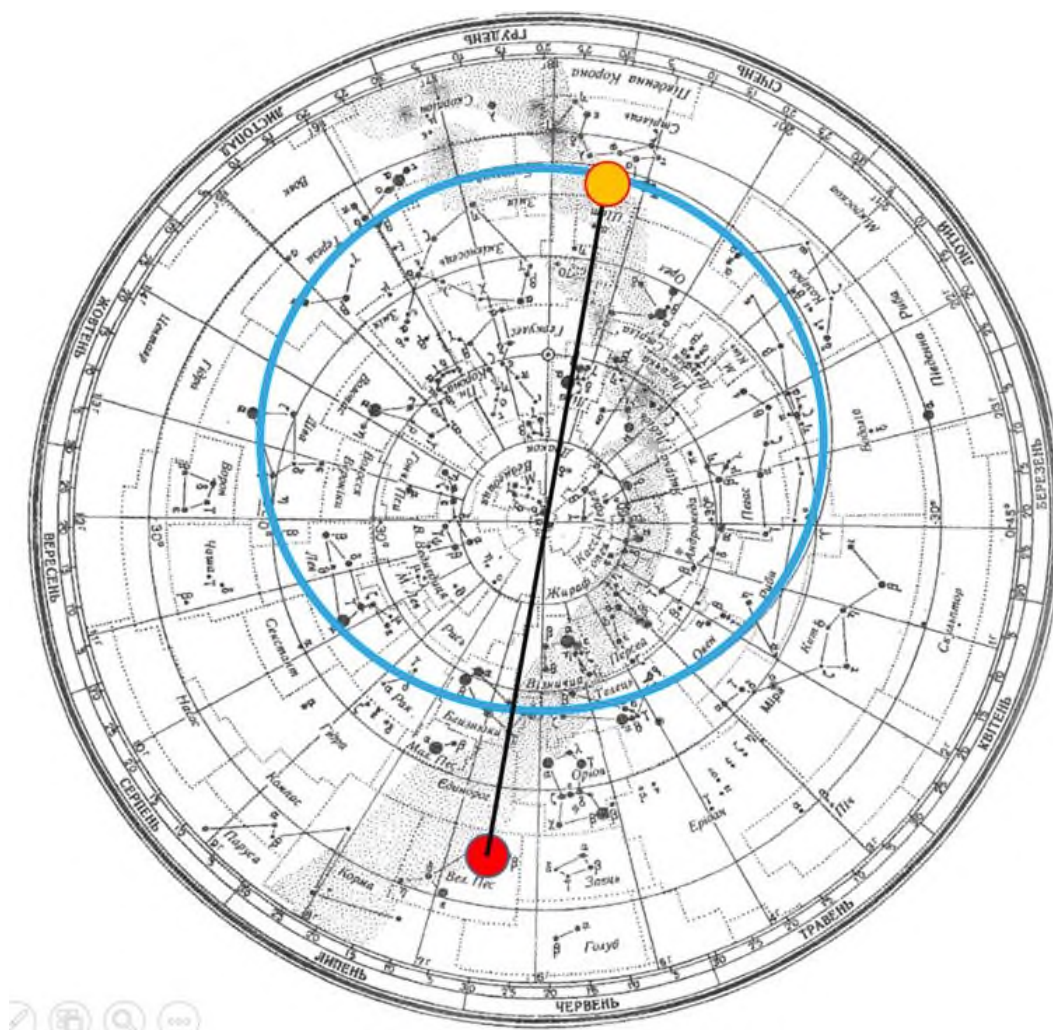


Для візуалізації розв'язку задачі використаємо рухому карту зоряного неба:

- позначимо положення Сонця 5 лютого (перетин екліптики і лінії, що сполучає Північний полюс світу з датою);
- відкладемо кутову відстань, що відповідає елонгації Венери, по обидва боки від положення Сонця.

Оскільки Сонце рухається проти годинникової стрілки, а Венера має рухатись за ним, то вона знаходиться в сузір'ї Риби.

Приклад. Опівночі спостерігалася кульмінація зорі Сіріус. В яку пору року це відбувалося? В якому приблизно сузір'ї знаходилося Сонце в цей час?

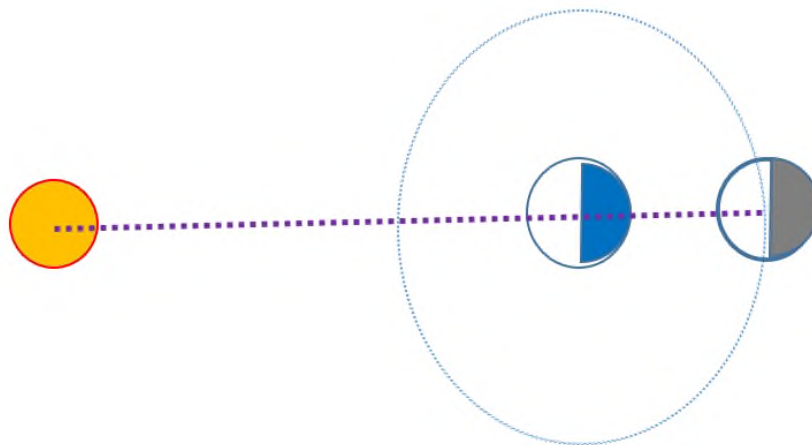


Необхідно знайти дану зорю на рухомій карті зоряного неба, провести лінію, що сполучає розташування зорі і Північного полюса світу. Перетин даної лінії з екліптикою з протилежної сторони від зорі відносно Полюса світу покаже на розташування Сонця в даний час.

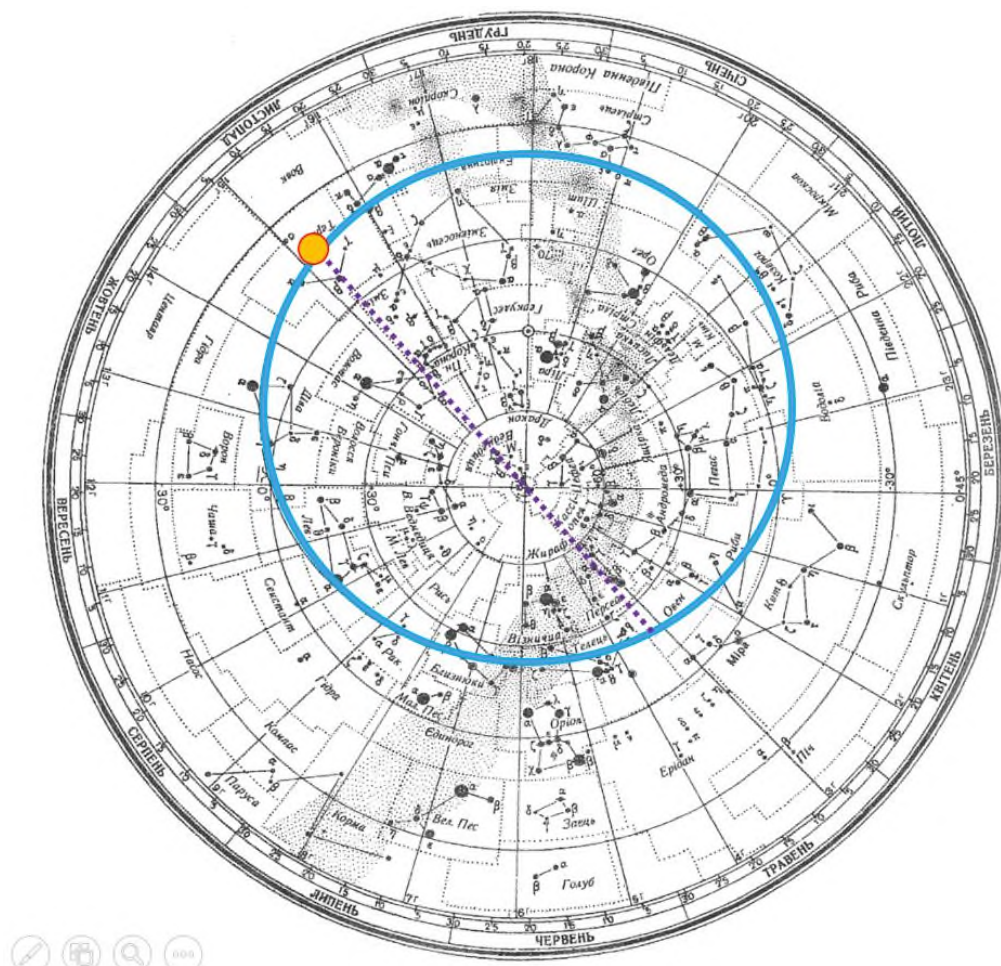
Як видно з рисунка, Сонце перебувало в сузір'ї Стрільця.

Приклад. Місяць у повні перебуває в сузір'ї Терезів. У якому сузір'ї знаходиться Земля для спостерігача на Місяці? Яка на Землі пора року ?

Як видно з рисунка, для спостерігача на Місяці в момент повні Земля буде в тому ж сузір'ї, що й Сонце.



Позначимо на рухомій карті зоряного неба положення Місяця, Сонце перебуватиме в сузір'ї, що є протилежним відносно північного полюса світу.



Отже, Земля, як і Сонце, перебуватимуть орієнтовно в сузір'ї Овна і в цей час на Землі буде весна.

Ефективність системи роботи Горбунова С. В., підтверджують результати участі його учнів у обласному та всеукраїнському етапах Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії.

**Результати підготовки учнів
до обласного та всеукраїнського етапів
Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії
III етап**

Рік	Результати		
	I місце	II місце	III місце
2011	1	1	-
2012	3	2	1
2013	-	3	4
2014	1	1	4
2015	1	2	-
2016	2	-	1
2017	1	1	3
2018	1	3	2
2019	1	-	2
2020	1	2	2

IV етап

Рік	Усього учасників від області	Учні ліцею	Результати		
			I місце	II місце	III місце
2011	2	1	-	-	-
2012	3	3	-	-	3
2013	2	1	-	-	1
2014	3	2	-	-	-
2015	3	1	-	1	-
2016	2	-	-	-	-
2017	3	2	-	-	1
2018	3	2	-	1	-
2019	3	1	-	-	1
2020	4	3	скасовано проведення		

Рекомендована література

1. Бурий А. Р. Астрономічна олімпіада: базові знання / А. Р. Бурий. – Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2018. – 206 с.
2. Волчанський О. В. Підготовка до учнівських олімпіад з астрономії : навчально-методичний посібник / О. В. Волчанський. – Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2018. – 136 с.
3. Казанцев А. М., Крячко І. П. Збірник різнорівневих завдань для проведення державної підсумкової атестації з астрономії. – Х. : Гімназія, 2008. – 48 с.

Використані джерела

1. Астрономія: навчальний посібник / М. В. Головка, І. П. Крячко. – К.: ТОВ «КОНВІ ПРИНТ», 2018. – 272 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://lib.iitta.gov.ua/713280/1/18-24_Astronomy_Workbook_P-7.pdf.
2. Крячко І. П. Методика навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі. – К.: Видавничий центр «Наше небо», 2018. – 244 с.
3. Мирошниченко Ю., Сиротюк В. Основні положення щодо розв'язування задач з астрономії: підготовка учнів до олімпіад / Ю. Мирошниченко, В. Сиротюк // Фізика та астрономія в рідній школі. – 2019. – № 2. – С. 38–42.
4. Чепрасов В. Г. Завдання, запитання і задачі з астрономії: Посібник для вчителів. – К. Рад. школа, 1992 – 144 с.
5. Фізика і астрономія. Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів (рівень стандарту, профільний рівень). – 2017 р.

ДЛЯ НОТАТОК

Миколаївський обласний інститут
післядипломної педагогічної освіти
Кафедра теорії й методики природничо-математичної освіти
та інформаційних технологій

Олена Ліскович

ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ НАВИЧОК РОЗВ'ЯЗУВАННЯ АСТРОНОМІЧНИХ ЗАДАЧ

*(із досвіду роботи Горбунова Сергія Вікторовича,
учителя фізики та астрономії
Миколаївського морського ліцею імені професора
М. Александрова Миколаївської міської ради,
учителя-методиста)*

Літературний редактор: О. В. Ліскович
Комп'ютерний набір, технічна верстка: О. В. Ліскович

Папір офсетний.
Друк на різнографі
Формат 60х84/16
Умовно-друкованих арк. – 2,5
Обліково-видавничих арк. – 2,3
Гарнітура шкільна

Тираж 100
Замовлення № 19

Адреса редакції:
**вул. Адміральська, 4-а,
м. Миколаїв, 54001
Тел./факс 37 85 89**

<http://www.moippo.mk.ua>
e-mail: moippo@moippo.mk.ua