Завдання ІІІ етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії

10 клас

Тестові завдання

1. Яка з перерахованих нижче планет має найменше природніх супутників?
А. *Сатурн.* ***Б.*** *Венера.* ***В.*** *Юпітер.* ***Г.*** *Марс.* ***Д.*** *Нептун.*

2. В якому сузір'ї знаходиться Полярна зоря?
А. *Малої Ведмедиці;* ***Б.*** *Великої Ведмедиці;* ***В.*** *Плеяди;*
Г. *Тельця;* ***Д.*** *Кассіопея;* ***Е.*** *Ліри.*

3. Якої фази Місяця не існує?
А. *Новий Місяць;* ***Б.*** *Перша чверть;* ***В.*** *Повний Місяць;*
Г. *Друга чверть;* ***Д.*** *Остання чверть;*

4. Спостерігаючи вночі за зоряним небом впродовж години ви помітили, що зірки переміщуються по небу. Це відбувається тому, що:
А. *Земля рухається навколо Сонця;* ***Б.*** *Сонце рухається по екліптиці;*
В. *Земля обертається навколо своєї осі;* ***Г.*** *Зорі рухаються навколо Землі.*

5. Які з цих хімічних елементів найбільше поширені на Сонці?
А. *Оксиген і Ферум.* ***Б.*** *Гідроген і Гелій.* ***В.*** *Гідроген і Оксиген.*
Г. *Нітроген і Оксиген.* ***Д.*** *Ферум і Нітроген.*

6. Шар Сонця, що випромінює світло, називається:
А. *Фотосфера.* ***Б.*** *Корона.* ***В.*** *Хромосфера.*
Г. *Ядро.* ***Д.*** *Зона радіації.*

7. Магнітна буря—це явище збурення магнітного поля Землі під дією:
А. *Космічних променів із міжгалактичного простору.*
Б. *Магнітного поля сонячних плям.* ***В.*** *Спалаху на Сонці.*
Г. *Грозових розрядів в атмосфері Землі.* ***Д.*** *Полярного сяйва.*

8. Що означає в астрономії термін "Великий Вибух"?
А. *Вибух нової зорі.* ***Б.*** *Вибух ядра галактики.* ***В.*** *Зіткнення галактик,*
Г. *Момент, коли почалося розширення космічного простору.*
Д. *Момент, коли утворилися галактики.*

9. Термін "Нова зоря" означає:
А. *У космосі утворилася молода зоря.* **Б.** *Вибухнула стара зоря.*
В. *Періодично збільшується яскравість зорі.* ***Г.*** *Відбуваються зіткнення зір.*
Д. *Космічні катастрофи з невідомим джерелом енергії.*

10. ***Який хімічний елемент було виявлено на Сонці раніше, ніж на Землі?***
А. *Гідроген;* ***Б.*** *Неон;* ***В.*** *Оксисен;* ***Г.*** *Магній;* ***Д.*** *Гелій*

11. Чим більше діаметр об'єктива телескопу тим:
А. *Гірша якість зображення.* ***Б.*** *Більше світла він здатен зібрати.*
В. *Вище необхідно його розташовувати.* ***Г.*** *Менше зір в нього можна побачити.*
Д. *Швидше його можна навести на об'єкт.*

Тернопіль 16 січня 2019 року

12. Щоб позбутися негативного впливу атмосфери, сучасні наземні астрономічні обсерваторії, як правило, розміщують:

А. *у сільській місцевості;* ***Б.*** *високо в горах;* ***В.*** *поблизу великих міст;*
Г. *у відкритому морі;* ***Д.*** *на пагорбах.*

13. Ділянка неба всередині деяких встановлених меж називається…

А. сузір'ям; ***Б.*** *скупченням;* ***В***. *Галактикою;*
Г. *зоряною картою;* ***Д***. *екліптикою.*

14. Що астрономи розуміють під словом «Всесвіт»?

А. *Нашу Галактику.*
Б. *Усе, що ми бачимо в космосі за допомогою найбільших телескопів.*
В. *Зорі, галактики, туманності, пульсари, квазари та чорні діри.*
Г. *Усі космічні тіла, що знаходяться за межами нашої планети.*
Д. Усе суще, що знаходиться на Землі й за її межами.

15. Що означає термін «зеніт»?

А. *Спортивне товариство космонавтів.*
Б. *Найвищу точку над горизонтом.*
В. *Напрямок по прямовисній лінії на центр Землі.*
Г. *Напрямок по прямовисній лінії вгору.*
Д. *Напрямок на Полярну зорю.*

16. Чи можна десь на Землі планету Венера побачити опівночі?

А. *Не можна.* ***Б.*** *Можна на екваторі.*
В. *Можна на Північному полюсі.* ***Г.*** *Можна в тропіках.*

17. Які небезпечні для життя промені затримує шар озону в земній атмосфері?

А. *Рентгенівські промені.* ***Б.*** *Ультрафіолетові промені.*
В. *Гамма-промені.* ***Г.*** *Інфрачервоні промені.*
Д. *Радіохвилі.*

18. Світність зорі визначає:

А. *Потужність випромінювання зорі.* ***Б.*** *Видиму зоряну величину.*
В. *Абсолютну зоряну величину.* ***Г.*** *Абсолютну температуру зорі.*
Д. *Радіус зорі.*

19. Як розшифровується абревіатура НЛО?

А. *Нелітаючі легкі об'єкти.* ***Б.*** *Непізнані легкі об'єкти.*
В. *Непізнані літаючі об'єкти.* ***Г.*** *Нові літаючі об'єкти.*
Д. *Наднові літаючі об'єкти.*

20. Зоряний дощ спостерігається, коли:

А. *Тисячі зір падають одночасно на Землю.*
Б. *Відбувається висока іонізація повітря космічними променями.*
В. *В земну атмосферу влітають корпускулярні потоки після спалаху на Сонці.*
Г. *Земля зустрічається з метеорним потоком.*
Д. *Сонце, обертаючись навколо центра Галактики, зустрічається з потоком античастинок.*

Завдання ІІІ етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії

Теоретичні завдання

1. На скільки зміниться тривалість року, якщо відстань Землі від Сонця збільшиться на 10 км? Орбітальну швидкість Землі вважати незмінною. Відстань від Землі до Сонця вважати рівною 150 мільйонів кілометрів, орбітальна швидкість Землі дорівнює 30 км/с.

Оскільки довжина будь-кола дорівнює 2πR, збільшення радіусу на 1 км призведе до збільшення довжини орбіти приблизно на 62,8 км, тобто тривалість року збільшиться приблизно на 2,1 секунди.

2. На якій мінімальній відстані від північного полюса на поверхні Землі можна приймати сигнал з геостаціонарного супутника? Радіус Землі вважати рівним 6370 км.

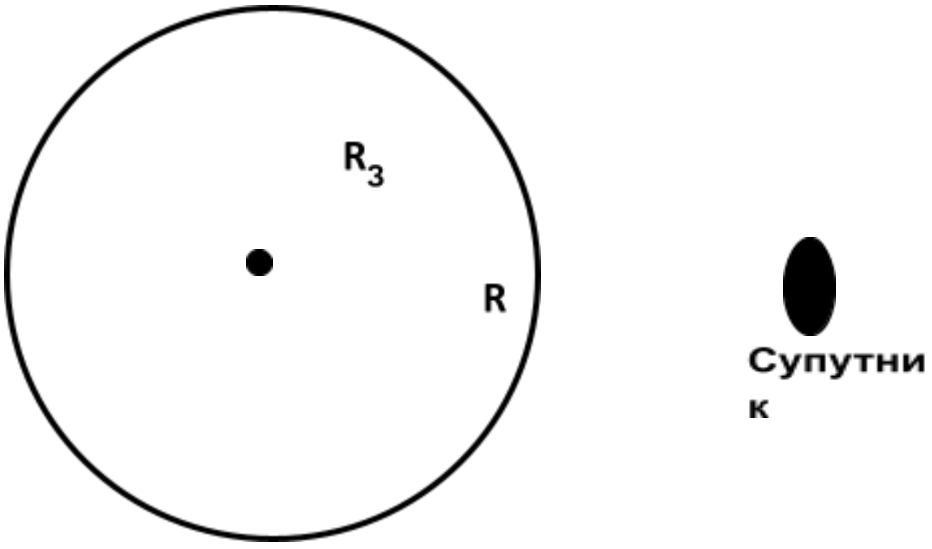
Висота геостаціонарного супутника над поверхнею Землі така, що період його обертання збігається зі швидкістю обертання Землі а його обертання відбувається на деякій висоті над поверхнею Землі в площині екватора, тобто прийнявши його відстань до центру Землі за R, масу супутника за m, масу Землі за M:

$$m\omega^2 R = G\frac{mM_з}{R^2},\ R = \sqrt[3]{\frac{GM_з}{\omega^2}}$$

Прискорення вільного падіння $g = \frac{GM_з}{R_з^2}$, тому

$$R = \sqrt[3]{\frac{gR_з^2}{\omega^2}} = \sqrt[3]{\frac{gR_з^2T^2}{(2\pi)^2}} = \sqrt[3]{\frac{9{,}81*6370000^2*24*3600}{(2*3{,}14)^2}} \approx 42000000 \text{ м} = 42000 \text{ км}$$

Максимальну широту, на якій ще можливо прийняти сигнал від супутника, визначимо з умови видимості об'єкта на горизонті.



З рисунка видно, що географічна широта місцевості, на якій це ще можливо складе

$$arccos\left(\frac{6370}{42000}\right) \approx 81^o,$$

а значить мінімальна відстань до північного полюса

Тернопіль 16 січня 2019 року

$$\frac{40000*9^o}{360^o} \approx 1000 \text{ км.}$$

3. Місяць віддаляється від Землі зі середньою швидкістю 3,8 сантиметра на рік. Мінімальна відстань до Місяця зараз становить 363295 км, максимальна 405503 км, радіус Місяця дорівнює 1737 км. Земний перигелій дорівнює приблизно 147100000 км, апогелій – 152100000 км, екваторіальний (найбільший) радіус Сонця дорівнює 696000 км. Через скільки часу на Землі неможливо буде спостерігати повні сонячні затемнення?

Повні сонячні затемнення стане неможливо спостерігати, коли видимий максимальний кутовий розмір Місяця стане меншим ніж мінімальний видимий кутовий розмір Сонця. Мінімальний кутовий розмір Сонця дорівнює

$$2 * arctg\left(\frac{696000}{152100000}\right) \approx 0,5244^o.$$

Місяць буде мати такий же видимий розмір на відстані

$$1737 * ctg\left(\frac{0,5244^o}{2}\right) = 379566 \text{ км.}$$

Мінімальна відстань до Місяця стане такою через

$$\frac{(379566-363925)*1000}{0,038} \approx 9,57 * 10^9 \text{ років.}$$

Практичні завдання

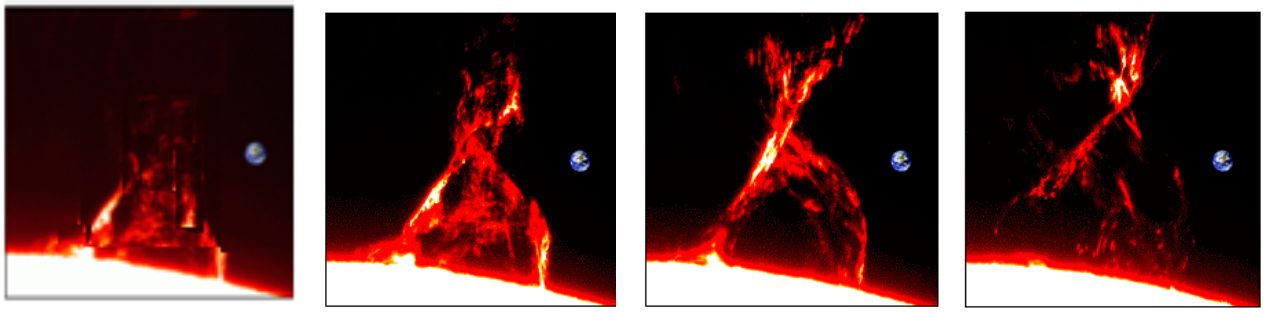


1. На фотографії зафіксовано моменти початку і закінчення покриття Венери Місяцем.

Використовуючи лінійку за фотографією визначте час покриття Венери Місяцем, якщо кутовий розмір Місяця рівний $0,5^0$.

2. Використовуючи лінійку за малюнком визначте середню швидкість радіального руху верхівки протуберанця в корону та максимальну висоту підняття протуберанця.

Фотографії зроблені з інтервалом 10 хв.



Тернопіль 16 січня 2019 року

3.
4.
5.
6.
7.
8.

Завдання ІІІ етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії

Робота з картою зоряного неба.

1. Яке сузір'я знаходиться сьогодні в зеніті о 12 год?
2. В якому сузір'ї сьогодні перебуває Сонце та які його координати?
3. Скільки часу Сонце перебуває у сузір'ї Козеріг?
4. Яка тривалість дня і ночі 16 січня?
5. У якому сузір'ї знаходиться зоря Альдебаран, коли вона сьогодні сходить і коли заходить?
6. Спостерігається покриття зір скупчення Плеяди Місяцем. Чи може наступного дня відбутися затемнення Місяця, якщо буде повня? Відповідь обґрунтуйте.

Тернопіль 16 січня 2019 року

Завдання ІІІ етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії

Робота з картою зоряного неба.

1. Яке сузір'я знаходиться сьогодні в зеніті о 12 год?
2. В якому сузір'ї сьогодні перебуває Сонце та які його координати?
3. Скільки часу Сонце перебуває у сузір'ї Козеріг?
4. Яка тривалість дня і ночі 16 січня?
5. У якому сузір'ї знаходиться зоря Альдебаран, коли вона сьогодні сходить і коли заходить?
6. Спостерігається покриття зір скупчення Плеяди Місяцем. Чи може наступного дня відбутися затемнення Місяця, якщо буде повня? Відповідь обґрунтуйте.

Тернопіль 16 січня 2019 року

Завдання ІІІ етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії

Робота з картою зоряного неба.

1. Яке сузір'я знаходиться сьогодні в зеніті о 12 год?
2. В якому сузір'ї сьогодні перебуває Сонце та які його координати?
3. Скільки часу Сонце перебуває у сузір'ї Козеріг?
4. Яка тривалість дня і ночі 16 січня?
5. У якому сузір'ї знаходиться зоря Альдебаран, коли вона сьогодні сходить і коли заходить?
6. Спостерігається покриття зір скупчення Плеяди Місяцем. Чи може наступного дня відбутися затемнення Місяця, якщо буде повня? Відповідь обґрунтуйте.

Тернопіль 16 січня 2019 року

Завдання ІІІ етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії

11 клас

Тестові завдання

1. Яка з перерахованих нижче планет має найменше природніх супутників?
А. *Сатурн.* ***Б.*** *Венера.* ***В.*** *Юпітер.* ***Г.*** *Марс.* ***Д.*** *Нептун.*

2. В якому сузір'ї знаходиться Полярна зоря?
А. *Малої Ведмедиці;* ***Б.*** *Великої Ведмедиці;* ***В.*** *Плеяди;*
Г. *Тельця;* ***Д.*** *Кассіопея;* ***Е.*** *Ліри.*

3. Якої фази Місяця не існує?
А. *Новий Місяць;* ***Б.*** *Перша чверть;* ***В.*** *Повний Місяць;*
Г. *Друга чверть;* ***Д.*** *Остання чверть;*

4. Спостерігаючи вночі за зоряним небом впродовж години ви помітили, що зірки переміщуються по небу. Це відбувається тому, що:
А. *Земля рухається навколо Сонця;* ***Б.*** *Сонце рухається по екліптиці;*
В. *Земля обертається навколо своєї осі;* ***Г.*** *Зорі рухаються навколо Землі.*

5. Які з цих хімічних елементів найбільше поширені на Сонці?
А. *Оксиген і Ферум.* ***Б.*** *Гідроген і Гелій.* ***В.*** *Гідроген і Оксиген.*
Г. *Нітроген і Оксиген.* ***Д.*** *Ферум і Нітроген.*

6. Шар Сонця, що випромінює світло, називається:
А. *Фотосфера.* ***Б.*** *Корона.* ***В.*** *Хромосфера.*
Г. *Ядро.* ***Д.*** *Зона радіації.*

7. Магнітна буря—це явище збурення магнітного поля Землі під дією:
А. *Космічних променів із міжгалактичного простору.*
Б. *Магнітного поля сонячних плям.* ***В.*** *Спалаху на Сонці.*
Г. *Грозових розрядів в атмосфері Землі.* ***Д.*** *Полярного сяйва.*

8. Що означає в астрономії термін "Великий Вибух"?
А. *Вибух нової зорі.* ***Б.*** *Вибух ядра галактики.* ***В.*** *Зіткнення галактик,*
Г. *Момент, коли почалося розширення космічного простору.*
Д. *Момент, коли утворилися галактики.*

9. Термін "Нова зоря" означає:
А. *У космосі утворилася молода зоря.* **Б.** *Вибухнула стара зоря.*
В. *Періодично збільшується яскравість зорі.* ***Г.*** *Відбуваються зіткнення зір.*
Д. *Космічні катастрофи з невідомим джерелом енергії.*

10. Який хімічний елемент було виявлено на Сонці раніше, ніж на Землі?
А. *Гідроген;* ***Б.*** *Неон;* ***В.*** *Оксисен;* ***Г.*** *Магній;* ***Д.*** *Гелій*

11. Чим більше діаметр об'єктива телескопу тим:
А. *Гірша якість зображення.* ***Б.*** *Більше світла він здатен зібрати.*
В. *Вище необхідно його розташовувати.* ***Г.*** *Менше зір в нього можна побачити.*
Д. *Швидше його можна навести на об'єкт.*

12. Щоб позбутися негативного впливу атмосфери, сучасні наземні астрономічні обсерваторії, як правило, розміщують:
А. *у сільській місцевості;* ***Б.*** *високо в горах;* ***В.*** *поблизу великих міст;*
Г. *у відкритому морі;* ***Д.*** *на пагорбах.*

Тернопіль 16 січня 2019 року

13. Ділянка неба всередині деяких встановлених меж називається…
А. *сузір'ям;* ***Б.*** *скупченням;* ***В***. *Галактикою;*
Г. *зоряною картою;* ***Д***. *екліптикою.*

14. Що астрономи розуміють під словом «Всесвіт»?
А. *Нашу Галактику.*
Б. *Усе, що ми бачимо в космосі за допомогою найбільших телескопів.*
В. *Зорі, галактики, туманності, пульсари, квазари та чорні діри.*
Г. *Усі космічні тіла, що знаходяться за межами нашої планети.*
Д. *Усе суще, що знаходиться на Землі й за її межами.*

15. Що означає термін «зеніт»?
А. *Спортивне товариство космонавтів.*
Б. *Найвищу точку над горизонтом.*
В. *Напрямок по прямовисній лінії на центр Землі.*
Г. *Напрямок по прямовисній лінії вгору.*
Д. *Напрямок на Полярну зорю.*

16. Чи можна десь на Землі планету Венера побачити опівночі?
А. *Не можна.* ***Б.*** *Можна на екваторі.*
В. *Можна на Північному полюсі.* ***Г.*** *Можна в тропіках.*

17. Які небезпечні для життя промені затримує шар озону в земній атмосфері?
А. *Рентгенівські промені.* ***Б.*** *Ультрафіолетові промені.*
В. *Гамма-промені.* ***Г.*** *Інфрачервоні промені.*
Д. *Радіохвилі.*

18. Світність зорі визначає:
А. *Потужність випромінювання зорі.* ***Б.*** *Видиму зоряну величину.*
В. *Абсолютну зоряну величину.* ***Г.*** *Абсолютну температуру зорі.*
Д. *Радіус зорі.*

19. Як розшифровується абревіатура НЛО?
А. *Нелітаючі легкі об'єкти.* ***Б.*** *Непізнані легкі об'єкти.*
В. *Непізнані літаючі об'єкти.* ***Г.*** *Нові літаючі об'єкти.*
Д. *Наднові літаючі об'єкти.*

20. Зоряний дощ спостерігається, коли:
А. *Тисячі зір падають одночасно на Землю.*
Б. *Відбувається висока іонізація повітря космічними променями.*
В. *В земну атмосферу влітають корпускулярні потоки після спалаху на Сонці.*
Г. *Земля зустрічається з метеорним потоком.*
Д. *Сонце, обертаючись навколо центра Галактики, зустрічається з потоком античастинок.*

Завдання ІІІ етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії

Теоретичні завдання

1. Скільки часу пройшло між сполученням та протистоянням планети, якщо її блиск за цей час змінився на 1^m? Орбіти Землі та планети вважайте коловими. Середня геліоцентрична відстань Землі – 1 а.о.

Планета в протистоянні була яскравіша на 1^m, тобто в 2,512 рази. Оскільки зміна блиску обернено пропорційна квадрату відстані, то

$$\left(\frac{R+r}{R-r}\right)^2 = 2{,}512 \Rightarrow R \approx 4{,}4 \text{ а.о.},$$

де r і R – радіуси орбіт Землі та планети відповідно.

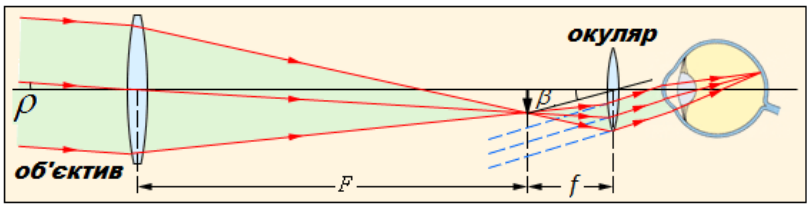


Скористаємося ІІІ законом Кеплера. Для Сонячної системи (якщо період T виражений в роках, а велика піввісь орбіти a – в а.о.) $T^2 = R^3$. Звідси період комети $T \approx 9{,}2$ років.

За формулою $\frac{1}{S} = \frac{1}{T_\oplus} - \frac{1}{T}$ знаходимо синодичний період обертання планети, $S = 1{,}12$ років. Отже, між сполученням та протистоянням планети пройшло 0,56 років або 205 діб.

2. Астроном фотографує планету з кутовим діаметром 20″, використовуючи телескоп з фокусною відстанню 7 метрів і ППЗ-камеру з квадратними пікселями, що розміщена у фокальній площині телескопа, причому довжина сторони одного пікселя дорівнює 6 мкм. Оцініть кількість пікселів, на які потрапить зображення планети.

Лінійний розмір l зображення протяжного об'єкту кутового розміру ρ (виміряний в радіанах) у фокальній площині об'єктиву з фокусною відстанню F дорівнює $l = F\rho$. Отже, планета у фокальній площині буде мати вигляд круга радіусу $R = l/2 = (1/2)(20/206265)\cdot 7 = 3{,}39\cdot 10^{-4}$ м $= 3{,}39\cdot 10^2$ мкм.

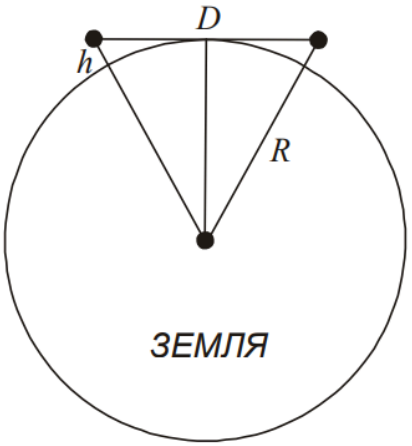


Площа, яку займе зображення планети на матриці – πR^2. Тоді кількість пікселів N, зайнята зображенням, визначається відношенням площі зображення до площі пікселя: $N = 3.39^2\pi\cdot 10^4/6^2 \approx 10050$ пікселів.

3. Давня цивілізація побудувала на Землі (включаючи океани) мережу сигнальних веж висотою 30 метрів. З верхнього майданчика кожної вежі було видно верхні майданчики принаймні двох сусідніх веж. Запалюючи на ній вогні певного кольору, можна було швидко передавати на великі відстані звістку про небезпеку. За який мінімальний час таку інформацію можна було поширити по всій Землі, якщо час реакції солдата на вежі, який запалює вогні, становить 10 секунд? Атмосферним ослабленням світла, рефракцією і рельєфом Землі знехтувати. Радіус Землі прийняти 6370 км.

Для вирішення завдання визначимо максимальну відстань між двома сусідніми вежами, щоб з вершини однієї з них можна було бачити вершину іншої (рис.).

Тернопіль 16 січня 2019 року



З урахуванням того, що висота вежі h істотно менше радіуса Землі R, отримуємо:

$$D = 2\sqrt{(R+h)^2 - R^2} \approx 2\sqrt{2Rh} = 39{,}1 \text{ км.}$$

Через час t (10 секунд) на сусідній вежі також загориться сигнальний вогонь. У підсумку, швидкість передачі інформації складе

$$\upsilon = \frac{D}{t} = \frac{39{,}1 \text{ км}}{10 \text{ с}} = 3{,}91 \frac{\text{км}}{\text{с}}.$$

Визначимо, за який час ця інформація досягне протилежної точки Землі, припускаючи, що всі вежі розташовуються на одному великому колі:

$$T = \frac{\pi R}{\upsilon} = \frac{3{,}14 \cdot 6370 \text{ км}}{3{,}91 \frac{\text{км}}{\text{с}}} = 1{,}42 \text{ год}.$$

Даний спосіб, очевидно, найбільш швидкий для цивілізацій, що не користується радіозв'язком і можливістю запуску космічних апаратів.

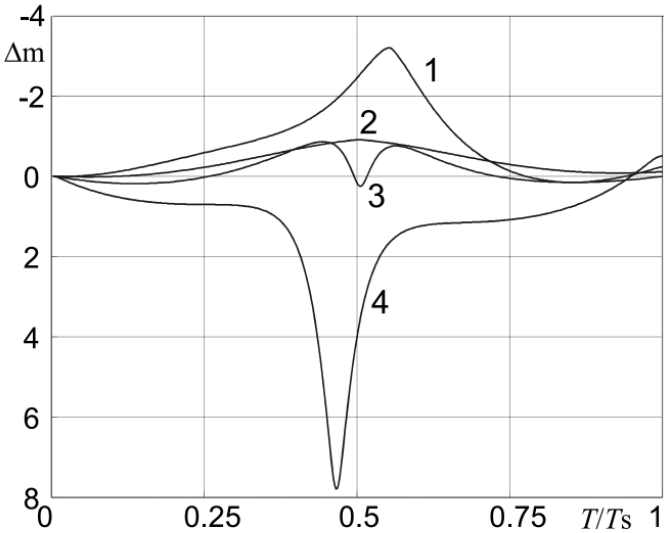
Практичні завдання



1. На фотографії зафіксовано моменти початку і закінчення покриття Венери Місяцем.

Використовуючи лінійку за фотографією визначте час покриття Венери Місяцем, якщо кутовий розмір Місяця рівний $0{,}5^0$.

2. На штучному супутнику Землі проводилися вимірювання зоряної величини Меркурія, Венери, Марса і Юпітера. Вимірювання для кожної планети починалося і закінчувалося в сполученні (для внутрішніх планет – у верхньому сполученні) і проводилися протягом її синодичного періоду. Вам



наведено зведений графік зміни зоряної величини планет. По осі абсцис відкладено частки синодичного періоду; по осі ординат – зміна зоряної величини в порівнянні зі значенням в (верхньому) сполученні. Визначте, якій планеті яка крива відповідає. Відповідь обґрунтувати.

На зоряну величину планет впливають два фактори: відстань від Землі і Сонця і фаза, в якій планета знаходиться. У початковий момент часу планети знаходяться на максимальному віддаленні від Землі, але їх фаза максимальна. У протистоянні зовнішні планети Марс і Юпітер знову будуть в повній фазі. Венера і Меркурій всередині періоду виявляться в нижньому сполученні і будуть повернені до спостерігача практично повністю темною стороною. Звідси можна зробити висновок, що криві 3 і 4, які мають мінімум в середині синодичного періоду, відповідають Венері і Меркурію.

На відміну від Меркурія, Венера має атмосферу, що помітно послаблює «фазовий ефект». Крім цього, Венера поблизу нижнього сполучення підходить досить близько до Землі, що додатково компенсує зменшення яскравості через фази. В результаті, її блиск в цей час падає не так сильно, як у Меркурія. Отже, Венері відповідає крива 3, а Меркурію – крива 4 на малюнку.

Фаза зовнішніх планет в сполученні і протистоянні близька до одиниці, тому зміна блиску відбувається, перш за все, за рахунок зміни відстані між планетою і Землею. У Юпітера відстань змінюється несуттєво, тому і амплітуда коливань блиску невелика. Отже, Юпітеру відповідає крива 2, а Марсу – крива 1 на малюнку.

Асиметрія кривих зміни блиску пов'язана з еліптичністю планетних орбіт. Особливо добре це помітно для кривих змін блиску Меркурія (4) і Марса (1).