

## 10 клас

### Тур візуальних спостережень

- 1) гора Олімп;  
2) Аскарійська гора;  
3) гора Павича;  
4) гора Арсія.
2. Галактика Сомбреро (M 104).
3. Галактика Андромеди (M 31).
4. Планетарна туманність «Око кота» (NGC 6543).
5. Метеорний потік «Персеїда».
6. «Високоенергетична акустична подія». Вибух, спричинений входом космічного тіла в щільні шари атмосфери.
7. Подія – протистояння планет. Об'єкти – Сонце, Земля, Юпітер.
8. Полярне сяйво. Це світлове явище, яке виникає у верхніх шарах атмосфери, частіше навколо магнітних полюсів Землі. Колір полярного сяйва залежить від його висоти та типу газу, який сприяє його формуванню.
9. Індійський посадковий апарат місії «Чандраян-3» з місяцеходом на борту здійснив успішну посадку на Місяць.
10. Кратер Тихо на зображенні видимого боку Місяця.

### Теоретичний тур

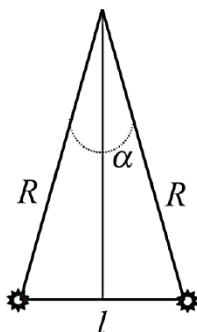
1. У загальному випадку 5 вівторків і 5 серед може бути у будь-якому місяці, що має 30 або 31 день, а, отже, така ситуація в принципі неможлива лише у лютому. Щоб задовольнити умову задачі 1-ше число шуканого місяця має припадати на той самий день, якщо в місяці 30 або 31 день, або на день раніше, якщо в місяці 31 день;

Наступний місяць за місяцем, що має 30 днів, починається на 2 дні тижня пізніше ( $30=7*4+2$ ). Аналогічно, якщо в попередньому місяці 31 день, то наступний почнеться на 3 дні пізніше ( $31=7*4+3$ ).

Для розв'язання задачі необхідно знайти місяць, що складається із 30 або 31 днів і починається у вівторок, або місяць з 31 днем, що починається у понеділок.

Серпень (31 день) починався у вівторок. Вересень (30 днів) почнеться на 3 дні пізніше (у п'ятницю), жовтень + 2 дні (неділя), листопад + 3 дні (середа), грудень + 2 дні (п'ятниця), січень 2024 р. почнеться на 3 дні пізніше (у понеділок) і, оскільки він має 31 день, у ньому буде 5 вівторків та 5 серед.

2. Роздільна здатність – це мінімальна кутова відстань, на якій дві окремі точки ми ще бачимо окремо. Якщо кут між двома точками буде меншим, то ми не зможемо їх розрізнити і будемо бачити як одну.



Позначивши  $l$  – розмір станції,  $R$  – відстань до Місяця, одержуємо:

$$l = 2R \sin \frac{\alpha}{2}$$

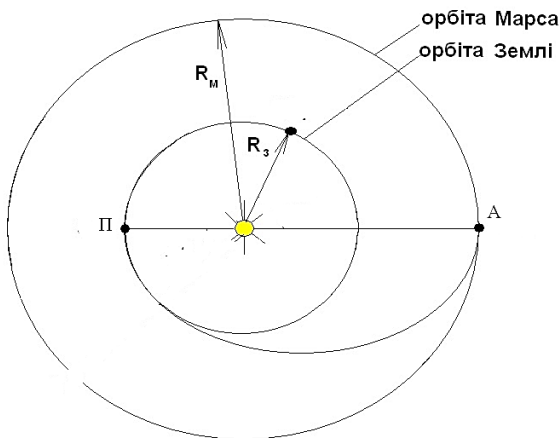
Для малих кутів синус можна замінити самим кутом, вираженим у радіанах. Тоді

$$l = 2R \sin \frac{\alpha}{2} \approx 2R \cdot \frac{\alpha}{2} = R\alpha.$$

Враховуючи, що  $1' = 60''$ , а в радіані 206265 кутових секунд, маємо:

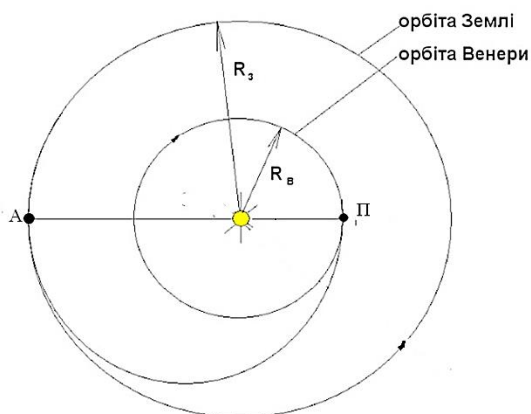
$$l = 384000 \cdot \frac{60}{206265} \approx 112 \text{ км}$$

3.



При перельоті на Марс по гоманівській траєкторії (найбільш енергетично вигідна траєкторія) в полі тяжіння Сонця перицентр (перигелій) знаходиться на орбіті Землі, апоцентр (афелій) – на орбіті Марса. Велика піввісь орбіти для цього випадку

$$a_1 = \frac{a_3 + a_M}{2} = \frac{1 \text{ a.o.} + 1,52 \text{ a.o.}}{2} = 1,26 \text{ a.o.}$$



Для випадку польоту на Венеру на орбіті Землі буде апоцентр буде на орбіті Землі, перицентр – на орбіті Венери. Велика піввісь для цього випадку

$$a_1 = \frac{a_3 + a_B}{2} = \frac{1 \text{ a.o.} + 0,72 \text{ a.o.}}{2} = 0,86 \text{ a.o.}$$

Час перельоту складає половину періоду обертання по відповідній траєкторії. За третім законом Кеплера

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

тоді

$$\frac{(2t_M)^2}{(2t_B)^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3},$$

$$\frac{t_M^2}{t_B^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3},$$

$$t_B = \sqrt{t_M^2 \frac{a_2^3}{a_1^3}} = t_M \sqrt{\frac{a_2^3}{a_1^3}}$$

$$t_B = 260 \cdot \sqrt{\frac{0,86^3}{1,26^3}} \approx 147 \text{ діб}$$

### Практичний тур

а) у межах доби рухом Венери можна знехтувати, порівняно з рухом Місяця, а, отже, саме рух Місяця визначає відстань між тілами.

б) із умов задачі маємо покриття, а, отже, зображення зроблене зранку. Знизу горизонт, Місяць освітленою частиною дивиться на схід.

в) на ранковому небі Місяць серед зір рухається на схід, крім того, з плином часу висота і Місяця і Венери збільшується завдяки добовому обертанню небесної сфери, а отже Місяць і Венера зближуються;

г) урахувавши міркування з попереднього пункту, перше зображення знаходиться в лівому нижньому куті;

д) потрібно оцінити час зближення Місяця й Венери. Кутовий діаметр Місяця 30', на рисунку діаметр Місяця приблизно дорівнює 48 мм. Початкова відстань Венери від краю Місяця - приблизно 10 мм, тобто приблизно 6'. Кутова швидкість Місяця відносно зір (в нашому наближенні, й відносно Венери):  $360^\circ : 27.3 = 13.2^\circ$  за добу, або приблизно 33' за год. Якщо вважати, що останній кадр зроблено якраз в момент покриття Венери краєм Місяця, то час між першим та останнім кадром становить приблизно  $6' : 33' = 0.182 \text{ год}$  або 11 хв.

## 11 клас

### Тур візуальних спостережень

1. Полярне сяйво.
2. Полярне сяйво на Юпітері.
3. Ланцюжок Енкі на Ганімеді.
4. Драконіди.
5. Інтенсивний сонячний спалах, який став причиною викиду великої маси речовини корони Сонця. Викинута речовина зіткнулася з магнітосферою Землі через 2 дні та спричинила магнітні бурі.
6. У сонячній системі 8 великих планет – Меркурій, Венера, Земля, Марс, Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун.
7. Протопланетний диск у період формування планет.
8. Зодіакальне світло найкраще спостерігати на заході Сонця або перед його сходом (відразу після закінчення або безпосередньо перед початком астрономічних сутінків).
9. Постійне велетенське утворення з хмар навколо Північного полюса Сатурна. У його високих північних широтах окремі струменеві течії розігнані саме до тієї швидкості, при якій формується щось на зразок стійкої хвилі – планетарний шестикутник.
10. Протозоря. Область утворення у Великій Магеллановій Хмарі.

#### Теоретичний тур

1. У загальному випадку 5 вівторків і 5 серед може бути у будь-якому місяці, що має 30 або 31 день, а, отже, така ситуація в принципі неможлива лише у лютому. Щоб задовольнити умову задачі 1-ше число шуканого місяця має припадати на той самий день, якщо в місяці 30 або 31 день, або на день раніше, якщо в місяці 31 день.

Наступний місяць за місяцем, що має 30 днів, починається на 2 дні тижня пізніше ( $30=7*4+2$ ). Аналогічно, якщо в попередньому місяці 31 день, то наступний почнеться на 3 дні пізніше ( $31=7*4+3$ ).

Для розв'язання задачі необхідно знайти місяць, що складається із 30 або 31 днів і починається у вівторок, або місяць з 31 днем, що починається у понеділок.

Оскільки листопад має 30 днів, то, очевидно, він починався у вівторок. Грудень 2022 р. почнеться на 2 пізніше (у четвер), січень 2023 р (+3 дні тижня) – у неділю, лютий 2023 (+3 дні) – у середу. Оскільки 2023 р не високосний, у лютому 28 днів, тоді березень почнеться теж у середу, квітень (+3 дні) – у суботу, травень 2023 р. (+2 дні) – у понеділок. Оскільки у травні 31 день, то в ньому теж буде 5 вівторків і 5 серед.

2. Горизонтальний паралакс – це кут, під яким із світила видно екваторіальний радіус Землі, перпендикулярний до променя зору. За означенням

$$p_0 = \frac{R}{d},$$

де  $d$  – відстань до тіла.

Виходячи з означення, отримаємо, що під кутом 20 кутових секунд радіус Землі буде видно з відстані

$$d = \frac{R}{p_0}.$$

З урахуванням того, що 1 радіан=206265'' маємо:

$$d = \frac{6380 \text{ км}}{20''} = \frac{6380 \text{ км} \cdot 206265''}{20''} \approx 6,58 \cdot 10^7 \text{ км}.$$

Отримана відстань набагато (більш ніж у 170 разів) перевищує відстань від Землі до Місяця (остання складає 384000 км), а, отже, навіть без додаткових розрахунків можна однозначно сказати, що таке тіло не може бути супутником Землі.

3. Необхідно розглянути два випадки:

1) Планета зовнішня. У цьому випадку співвідношення між синодичним і сидеричним періодами обертання планети має вигляд:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T}$$

(сидеричний період більший, ніж у Землі), звідки

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{S} = \frac{S - T_{\oplus}}{ST_{\oplus}},$$

$$T = \frac{ST_{\oplus}}{S - T_{\oplus}} = \frac{2 \cdot 1}{2 - 1} = 2 \text{ роки}.$$

За третім законом Кеплера велика піввісь орбіти планети

$$a = \sqrt[3]{T^2} = \sqrt[3]{2^2} \approx 1,59 \text{ а.о.},$$

планета нагадує Марс ( $a_M = 1,52$  а.о.).

2) Планета внутрішня. Співвідношення між синодичним і сидеричним періодами обертання

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\oplus}},$$

звідки

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{S} + \frac{1}{T_{\oplus}} = \frac{S + T_{\oplus}}{ST_{\oplus}},$$

$$T = \frac{ST_{\oplus}}{S + T_{\oplus}} = \frac{2 \cdot 1}{2 + 1} \approx 0,67 \text{ року},$$

планета нагадує Венеру ( $a_V = 0,72$  а.о.).

### Практичний тур

а) у межах доби рухом Венери можна знехтувати, порівняно з рухом Місяця, а, отже, саме рух Місяця визначає відстань між тілами.

б) із умов задачі маємо покриття, а, отже, зображення зроблене зранку. Знизу горизонт, Місяць освітленою частиною дивиться на схід.

в) на ранковому небі Місяць серед зір рухається на схід, крім того, з плином часу висота і Місяця і Венери збільшується завдяки добовому обертанню небесної сфери, а отже Місяць і Венера зближуються;

г) урахуовуючи міркування з попереднього пункту, перше зображення знаходиться в лівому нижньому купі;

д) потрібно оцінити час зближення Місяця й Венери. Кутовий діаметр Місяця  $30'$ , на рисунку діаметр Місяця приблизно дорівнює  $48$  мм. Початкова відстань Венери від краю Місяця - приблизно  $10$  мм, тобто приблизно  $6'$ . Кутова швидкість Місяця відносно зір (в нашому наближенні, й відносно Венери):  $360^\circ : 27.3 = 13.2^\circ$  за добу, або приблизно  $33'$  за год. Якщо вважати, що останній кадр зроблено якраз в момент покриття Венери краєм Місяця, то час між першим та останнім кадром становить приблизно або  $11$  хв.