

1. На поданому нижче зображенні покриття Місяцем Венери, отриманому у Північній півкулі Землі, видно маленький серпик Місяця та Венеру. Користуючись цим зображенням поясніть:

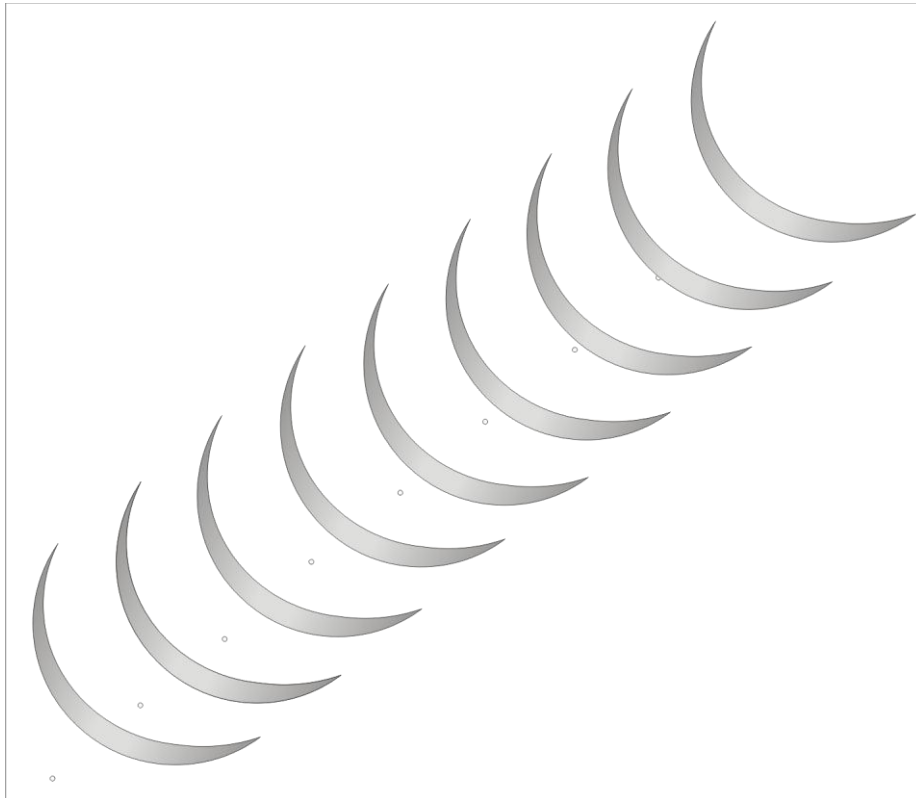
а) рух якого тіла на небесній сфері визначає відстань між зображенням Венери і краєм Місячного диска;

б) в який час доби (ранок, день, вечір, ніч) було зроблене це фото;

в) в якому напрямку рухалися тіла відносно один одного;

г) зображення з якого кута (нижнього лівого чи верхнього правого) було зроблене першим;

д) оцініть інтервал часу, через який були зафіксовані зображення.



### Розв'язок:

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

б) з 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) враховуючи розмірковування 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  $40$  мм. Початкова відстань Венери від краю Місяця – приблизно  $8$  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  $11$  хв.

2. З метою дослідження кори нейтронної зорі, навколо неї було запущено космічний апарат на дуже низьку колову орбіту. Оцініть період обертання такого апарату.

### Розв'язок:

Це задача оціночна, тому тут потрібно пам'ятати про характерні розміри та масу нейтронних зір. Характерний радіус нейтронної зорі складає близько  $R=10$  км, маса близько 1-2 мас Сонця.

#### Варіант 1

Якщо зробити оцінку для маси нейтронної зорі близької до сонячної то можна скористатися третім законом Кеплера у спрощеній формі:

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

де  $a = R$  – велика піввісь орбіти КА в а.о., в нашому випадку це фактично радіус нейтронної зорі, переведений із км в а.о. (згідно умови задачі). Тоді:

$$T \approx 1.7 \cdot 10^{-11} \text{ року} \approx 5 \cdot 10^{-4} \text{ с}$$

$$\text{Швидкість } v = \frac{2\pi R}{T} \approx 10^8 \text{ м/с}$$

#### Варіант 2

Перша космічна швидкість:

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}} \approx 10^8 \text{ м/с}$$

Формулу для першої космічної можна вивести з рівності доцентрової та гравітаційної сил при русі по колу:

$$\frac{mv^2}{R} = \frac{GMm}{R^2}$$

Якщо взяти масу нейтронної зорі 2 маси Сонця, то швидкість виходить  $1.6 \cdot 10^8$  м/с.

3. Київський астроном-аматор визначив, що одна зоря зійшла у точці сходу, в момент коли інша була у зеніті. Визначить схилення зір, якщо координати спостерігача  $\varphi=50^\circ, \lambda=30^\circ$ .

### Розв'язок:

Зоря, яка зійшла в точці сходу очевидно знаходиться на екваторі, схилення у неї відповідно  $\delta=0$ .

Якщо зоря у зеніті, то її схилення та широта зв'язані простим співвідношенням (як для випадку верхньої кульмінації з висотою  $90^\circ$  або зенітним кутом  $0^\circ$ ):

$$h_{в.к.} = 90^\circ - \varphi + \delta$$

$$90^\circ = 90^\circ - \varphi + \delta$$

$$\varphi = \delta = 50^\circ$$

*4. Метеорне тіло влітає в атмосферу Землі вздовж лінії, що проходить через спостерігача та центр Землі. Який вигляд матиме явище метеора для даного спостерігача?*

**Розв'язок:**

Така траєкторія метеорного тіла означає, що для спостерігача тіло пройде через точку зеніту. Крім того, при цьому проекція траєкторії тіла на небесну сферу буде постійно в одній точці. Спостерігач бачитиме т.з. «стаціонарний метеор».

Звичайні метеорні сліди на небі на початку явища метеора мають невелику ширину та блиск. В процесі розвитку явища метеорний слід стає яскравішим та ширшим. В кінці явища слід знову стає тонким та малопомітним.

Отже спостерігач спочатку бачитиме в зеніті маленьку, ледь помітну точку, потім ця точка стане яскравішою й ширшою, потім потускніє, зменшиться й зникне.