Розв’язки завдань ІІ етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії 10 клас

1. 21 березня в справжній полудень довжина тіні від вертикально розташованого стовпа дорівнювала висоті стовпа. Визначити широту місця спостереження.

**Розв’язок**

21 березня – день весняного рівнодення. Сонця в цей день проходить точку весняного рівнодення, яка є точкою перетину екліптики та небесного екватора. Його схилення в цей день дорівнює нулю: δ=0. Тоді висота Сонця в верхній кульмінації (в справжній полудень)

*h*=90°–φ+δ=90°–φ.

Оскільки довжина тіні стовпа дорівнює його висоті, то кутова висота Сонця в цей момент *h*=45°. Отже,

φ=90°–*h*=90°– 45°=45°.

1. З якої планети Сонячної системи можна побачити неозброєним оком супутники двох сусідніх планет? Відповідь обґрунтуйте.

У планети повинно бути дві сусідні планети. Тому Меркурій та Нептун виключаються. Крім того, у сусідніх планет повинні бути супутники. Отже, це не Венера (бо у Меркурія супутників немає) і не Земля (у Венери теж немає супутників).

Для спостереження неозброєним оком супутник повинен бути досить великим. Тому як супутники-претенденти розглядаємо Місяць, Галілеєві супутники Юпітера, супутник Сатурна Титан і Нептуна Тритон. Супутники Марса з Юпітера побачити не можна (оскільки їх не видно і з Землі, яка ближче до Марса), в Урана досить великих супутників немає. Тому Юпітер (сусідні Марс і Сатурн) та Сатурн (сусідні планети Юпітер та Уран) також виключаються.

Залишається дві планети: Марс і Уран.

Чим ближче планета до Сонця, тим яскравіші її супутники. Радіуси орбіт планет із збільшенням порядкового номера планети дуже швидко ростуть, тому й мінімальні відстані між сусідніми планетами теж збільшуються з віддаленням від Сонця. Крім того, Тритон – найменший серед великих супутників, і побачити його з Урана було б складно. Отже, шуканою планетою є Марс, з якого неозброєним оком видно Місяць біля Землі та Галілеєві супутники Юпітера.

1. У подвійної зірки річний паралакс становить 0,05'', велика піввісь видимої орбіти дорівнює 2,0'', а період обертання компонентів 100 років. Знайдіть суму мас зірок і масу кожної зірки, якщо зірки знаходяться від центру мас на відстанях, які відносяться як 4:1.

За річним паралаксом знаходимо відстань до зірки:

𝑟 = 1 = 1

= 20 пк = 20 ∙ 206265 а. о.

𝜋 0,05′′

Знаючи відстань та кутовий розмір великої півосі, знаходимо її лінійний розмір:

𝑎 = 𝑟 ∙ 𝛼 = 20 ∙ 206265а. о.∙ = 40 а. о.

Для знаходження суми мас зірок використовуємо узагальнений третій закон Кеплера, порівнюючи рух зірок навколо спільного центру мас з рухом Землі навколо Сонця:

звідки, нехтуючи масою Землі порівняно з масою Сонця і враховуючи параметри руху Землі (а0=1 а.о., Т0=1 рік), знаходимо:

*M*1+*M*2=*M*ʘ= *M*ʘ=6,4 *M*ʘ

Відношення відстаней зірок від центру мас обернено пропорційне їх масам:

== ,

звідки

𝑀2 = 4𝑀1,

𝑀1 + 𝑀2 = 𝑀1 + 4𝑀1 = 5𝑀1 = 6,4𝑀⊙,

𝑀1 = 𝑀⊙ = 1,28𝑀⊙,

𝑀2 = 4𝑀1 = 4 ∙ 1,28𝑀⊙ = 5,12𝑀⊙.

1. Паралакс Веги дорівнює 0,12", а зоряна величина 0m. На якій відстані від Сонця поблизу прямої Сонце–Вега повинен знаходитись спостерігач, щоб ці дві зірки були для нього однаково яскравими? Видима зоряна величина Сонця дорівнює –26,8m.

**Розв’язок**

За річним паралаксом знаходимо відстань до Веги:

𝑟 = ≈ 8,3 пк .

Якщо спостерігач знаходиться на прямій Сонце–Вега на відстані *r*1 від Сонця, то відстань від нього до Веги складатиме *r*2=*r–r*1. Якщо зорі однаково яскраві, то видимі зоряні величини їх будуть однакові.

Видима зоряна величина Сонця для спостерігача на Землі маємо:

𝑚⨀ = 𝑀⨀ − 5 + 5 lg 𝑎0,

де *M*⊙ – абсолютна зоряна величина Сонця,

𝑎0 = 1 а. о. =

пк – відстань від Землі до Сонця.

Для спостерігача на відстані *r*1 від Сонця

𝑚⨀1 = 𝑀⨀ − 5 + 5 lg 𝑟1.

Віднімаючи попередню рівність, одержимо:

𝑚⨀1 − 𝑚⨀ = 𝑀⨀ − 5 + 5 lg 𝑟1 − 𝑀⨀ + 5 + 5 lg 𝑎0 = 5(lg 𝑟1 − lg 𝑎0),

𝑚⨀1 = 𝑚⨀ + 5(lg 𝑟1 − lg 𝑎0) = 𝑚⨀ + 5 lg 𝑟1 .

𝑎

Аналогічно для Веги при спостереженні з Землі

𝑚 = 𝑀 − 5 + 5 lg 𝑟,

з точки на відстані *r*1 від Сонця

𝑚1 = 𝑀 − 5 + 5 lg 𝑟2 = 𝑀 − 5 + 5 lg(𝑟 − 𝑟1), звідки

𝑚1 = 𝑚 + 5 lg(𝑟 – 𝑟1) − 5lg 𝑟 = 𝑚 + 5 lg

Тоді для розглянутої точки

𝑚⨀ + 5 lg = 𝑚+ 5 lg

𝑚 − 𝑚⨀ = 5 lg − 5 lg = 5 = 5 lg ,

lg = ,

=

=

=

==0,134,

𝑟1 = 1,11 − 0,134𝑟1, 1,134𝑟1 = 1,11,

r1 =≈ 0,98 пк.