

### III етап Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії 2011/2012 навчального року.

#### Харківська область. Задачі та їх рішення для 11 класу

##### Задача 1. (5 балів)

Гулівер, герой роману Джонатана Свіфта, під час своїх подорожей попадає спочатку у країну ліліпутів, а потім у країну великанів. Зорі якої граничної величини можуть бачити перші і другі, якщо врахувати, що їх зріст відрізняється від зросту нормальної людини у 12 разів. Гранична зор. величина для Гулівера при спостереженнях у безмісячну ніч складає  $6^m$ .

##### Рішення

При спостереженнях зір ліліпутом, кількість енергії, що попадає в його око, буде пропорційна площі зіниці ока ліліпута  $S_1$ , тобто в  $12 \times 12 = 144$  разів менше чим у Гулівера  $S$ , а у великана  $S_2$  відповідно в 144 разів більше. Тому програш у зор. величинах у ліліпута (або виграш для великана) складе згідно формули Погсона:

$$\Delta m = -2,5 \lg(S_1/S) = -2,5 \lg(1/144) = 5,4^m$$

тобто  $m$  гранична для ліліпута буде дорівнювати  $6 - 5,4 = 0,6^m$ , а  $m$  гранична для великана буде дорівнювати  $6 + 5,4 = 11,4^m$ .

##### Задача 2. (5 балів)

Як буде рухатись відносно сторін світу штучний супутник Землі, площина орбіти якого співпадає з площиною земного екватора для спостерігача у Харкові (широта  $50^\circ$  півн. широти) і для спостерігача у Буенос-Айресі (широта  $34,5^\circ$  південної широти), якщо період обертання супутника складає 8 годин.

##### Рішення

Зазвичай, ШСЗ запускаються у напрямку добового обертання Землі, тобто, з заходу на схід. Оскільки період обертання цього супутника менше 24 годин, він буде випереджати Землю у своєму русі, і для спостерігача у Харкові він буде сходити трохи південніше точки заходу, рухатись з заходу на схід, проходити до півдня від зеніту, і заходити трохи південніше точки сходу. Для спостерігача у Буенос-Айресі він буде сходити трохи північніше точки заходу, рухатись з заходу на схід, проходити північніше зеніту, і заходити трохи північніше точки сходу.

##### Задача 3. (15 балів)

Літак компанії Japan Airlines відправляється у Токіо із міжнародного аеропорту Сан-Франциско (16 часовий пояс) о 20 годині 05 хвилин за поясним часом 28 лютого 2012 р. Час перельоту у Токіо (9 часовий пояс) складає 11 годин 22 хвилини. Визначте дату і поясний час посадки літака в аеропорту Ханеда.

##### Рішення

Прийmemo до уваги, що 2012 рік – високосний рік, лінія зміни дат розміщена на 180 меридіані – середині 12 часового поясу. Часові пояси ведуть відлік від 0 до 23. Літак прибуде у Токіо о 20 годині 05 хвилин + 11 годин 22 хвилини = 31 година 27 хвилин = 7 годин 27 хвилин 29 лютого за сан-франциским часом. Оскільки токійський час випереджає час у Сан-Франциско на 17 годин, в аеропорту Ханеда годинник покаже 0 годин 27 хвилин 1 березня 2012 р.

##### Задача 4. (15 балів)

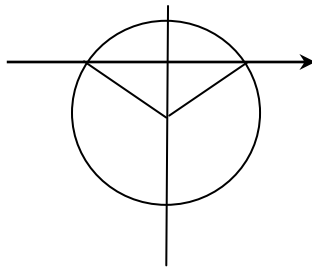
5 червня 2012 р. відбудеться проходження Венери по диску Сонця. У якому напрямку буде рухатись Венера по диску Сонця? Скільки часу буде продовжуватися явище, якщо урахувати, що видимий шлях Венери буде проходити на найменшій відстані 0,6 радіуса Сонця від його центру?

##### Рішення

Нехай  $r$  – відстань від Венери до Сонця,  $R$  – відстань від Землі до Сонця,  $l$  – кутовий рух Венери по орбіті за добу,  $L$  – такий же кутовий рух Землі:  $l = 360^\circ / 224,7^d = 96',13$  за добу,  $L = 360^\circ / 365,25^d = 59',14$  за добу. При проходженні Венери по диску Сонця вона знаходиться поблизу нижнього з'єднання (тобто – на відстані  $R - r$  від Землі), і видима з Землі швидкість кутового руху Венери по диску Сонця становитиме:

$$s = \frac{r}{R - r} \cdot L - l = \frac{0.723}{1 - 0.723} \cdot 59.14 - 96.13 = -96.55' \text{ за добу,}$$

при цьому знак мінус означає, що Венера рухається зі сходу на захід.



На відстані 0.6 видимого радіуса Сонця від центра довжина шляху Венери по диску Сонця дорівнює 0.8 видимого діаметра Сонця (за теоремою Піфагора  $0.6^2 + 0.8^2 = 1$ ). Враховуючи видимий діаметр Сонця 32', одержуємо час проходження

$$T = \frac{0.8 \cdot 32'}{96.55'} = 0.265 \text{ доби} = 6 \text{ годин } 22 \text{ хвилини.}$$

Венера зайде на диск Сонця зі східної сторони (зліва), і буде рухатись на захід (направо).

### Задача 5. (30 балів)

На карті представлено розсіяне скупчення зір. 1) Як назву має це скупчення? 2) Як його ще називають на Україні? 3) Визначте лінійну відстань у проекції на небо між зорями з номерами 76199 і 76131, якщо паралакс  $\pi$  скупчення дорівнює 0.008".

#### Рішення

1) Плеяди. 2) Стожари, Курка, Квочка. 3) Виміряємо відстань між зорями і використовуючи нижню шкалу знаходимо різницю прямих сходжень, що дорівнює  $2^m,59$ , перераховуємо її в кутову міру і одержуємо 38,85' або 2331". Беручи до уваги, що дуга добової паралелі менше дуги небесного екватора в  $\cos \delta$  (де  $\delta$  - схилення зір), одержуємо:  $2331 \times \cos(24^0,12) = 2127,5$  кутових секунди =  $0^0,5911$ . Знаходимо відстань до Плеяд

$$r = 1/\pi = 125 \text{ пк.}$$

Знаходимо проекцію відстані між зорями на небо:

$$x = 125 \times \text{tg}(0^0,5911) = 1,29 \text{ пк або } 4,2 \text{ св. роки.}$$

### Задача 6. (30 балів)

Протистояння Юпітера було 29 жовтня 2011 р. 1) У якому зодіакальному сузір'ї знаходився Юпітер? 2) Коли буде наступне протистояння Юпітера? 3) У якому сузір'ї він буде знаходитись? 4) На якій приблизно висоті Юпітер буде знаходитись у момент верхньої кульмінації у Харкові?

#### Рішення

Протистояння – це розташування планет і Сонця на одній прямій, по одну сторону від Сонця 1) Будемо вважати, що всі зодіакальні сузір'я мають протяжність упродовж екліптики 30 градусів. Оскільки нахил орбіти Юпітера складає 1,3 градуси, будемо вважати, що він рухається у площині екліптики. 23 вересня Сонце знаходилося у сузір'ї Діви, тому 29 жовтня Сонце буде знаходитись у наступному сузір'ї, тобто у сузір'ї Терезів. Діаметрально протилежне від нього сузір'я буде сузір'я Овна, там і буде знаходитись Юпітер.

2) Використаємо формулу для зв'язку синодичного S і сидеричного періодів обертання:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\text{Земли}}} - \frac{1}{T_{\text{сид}}},$$

де  $T_{\text{сид}} = 11,86$  років = 4331.8 діб, а  $T_{\text{зем}} = 365,25$  діб, звідси  $S = 398,9 \approx 399$  діб, що складає 1 рік (366 днів, оскільки період, що розглядується включає 29 лютого 2012 року) і ще 33 дні, тобто наступне протистояння буде 2 грудня 2012 р.

3) 2 грудня Сонце буде знаходитись у сузір'ї Скорпіона, тому Юпітер буде знаходитись у діаметрально протилежному від нього сузір'ї, тобто у сузір'ї Тельця.

4) Нахил екліптики до екватора становить  $23,5^0$ . Таке схилення Юпітер би мав, якщо б його протистояння приходилось на 22 грудня. 2 грудня схилення Юпітера буде трохи менше, приблизно 21 градус (точне значення 21.4 градуса). Широта Харкова 50 градусів, значить висота небесного екватора над точкою півдня складає 40 градусів, а висота Юпітера у верхній кульмінації буде дорівнювати  $61^0$ .

**III этап Всеукраинской ученической олимпиады по астрономии 2011/2012 учебного года.  
Харьковская область. Задачи и их решения для 11 класса**

**Задача 1.** (5 баллов) Гулливер, герой романа Джонатана Свифта, во время своих путешествий попадает сначала в страну лилипутов, а затем в страну великанов. Звёзды какой предельной величины могут видеть первые и вторые, если считать, что их рост отличается от роста нормального человека в 12 раз. Предельная зв. величина для Гулливера при наблюдениях в безлунную ночь составляет  $6^m$ .

**Решение** При наблюдении звёзд лилипутом, количество энергии, попадающее в его глаз, будет пропорционально площади  $S_1$  зрачка глаза лилипута, т.е. в  $12 \times 12 = 144$  раза меньше чем у Гулливера  $S$ , а у великана  $S_2$  соответственно в 144 раза больше. Поэтому проигрыш в зв. величинах у лилипута (или выигрыш для великана) составит согласно формуле Погсона:

$$\Delta m = -2,5 \lg(S_1/S) = -2,5 \lg(1/144) = 5,4^m$$

т.е.  $m$  предельная для лилипута будет равна  $6 - 5,4 = 0,6^m$ , а  $m$  предельная для великана будет равна  $6 + 5,4 = 11,4^m$ .

**Задача 2.** (5 баллов)

Как будет двигаться относительно сторон света искусственный спутник Земли, плоскость орбиты которого совпадает с плоскостью земного экватора для наблюдателя в Харькове (широта  $50^\circ$  сев. широты) и для наблюдателя в Буэнос-Айресе (широта  $34,5^\circ$  южной широты), если период обращения спутника составляет 8 часов.

**Решение**

Обычно, ИСЗ запускаются в направлении суточного вращения Земли, т.е. с запада на восток. Поскольку период обращения этого спутника меньше 24 часов, он будет опережать Землю в своем движении, и для наблюдателя в Харькове он будет восходить несколько южнее точки запада, двигаться с запада на восток, проходить к югу от зенита, и заходить несколько южнее точки востока. Для наблюдателя в Буэнос-Айресе он будет восходить несколько севернее точки запада, двигаться с запада на восток, проходить севернее зенита, и заходить несколько севернее точки востока.

**Задача 3.** (15 баллов) Самолёт компании Japan Airlines отправляется в Токио из международного аэропорта Сан-Франциско (16 часовой пояс) в 20 часов 05 минут по поясному времени 28 февраля 2012 г. Время перелёта в Токио (9 часовой пояс) составляет 11 часов 22 минуты. Определите дату и поясное время посадки самолёта в аэропорту Ханеда.

**Решение** Учтём, что 2012 год – високосный год, линия смены дат расположена на  $180$  меридиане – середине 12 часового пояса. Часовые пояса считаются от 0 до 23. Самолёт прибудет в Токио в 20 часов 05 минут + 11 часов 22 минуты = 31 час 27 минут = 7 часов 27 минут 29 февраля по Сан-Францискому времени. Поскольку токийское время опережает время в Сан-Франциско на 17 часов, в аэропорту Ханеда часы покажут 0 часов 27 минут 1 марта 2012 г.

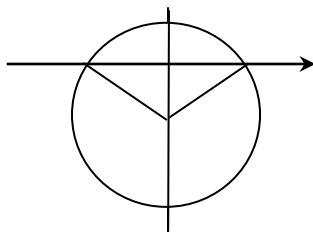
**Задача 4.** (15 баллов) 5 июня 2012 г. состоится прохождение Венеры по диску Солнца. В каком направлении будет двигаться Венера по диску Солнца? Сколько времени будет продолжаться явление, если учесть, что видимый путь Венеры будет проходить на наименьшем расстоянии  $0,6$  радиуса Солнца от его центра?

**Решение.** Пусть  $r$  – расстояние от Венеры до Солнца,  $R$  – расстояние от Земли до Солнца,  $l$  – угловое движение Венеры по орбите за сутки,  $L$  – такое же угловое движение Земли:

$l = 360^\circ / 224,7^d = 96'.13$  в сутки,  $L = 360^\circ / 365,25^d = 59'.14$  в сутки. При прохождении Венеры по диску Солнца она находится вблизи нижнего соединения (т.е. – на расстоянии  $R - r$  от Земли), и видимая с Земли скорость углового движения Венеры по диску Солнца составит:

$$s = \frac{r}{R - r} \cdot L - l = \frac{0.723}{1 - 0.723} \cdot 59.14 - 96.13 = -96.55' \text{ в сутки,}$$

при этом знак минус означает, что Венера движется с востока на запад.



На расстоянии 0.6 видимого радиуса Солнца от центра длина пути Венеры по диску Солнца равна 0.8 видимого диаметра Солнца (по теореме Пифагора  $0.6^2 + 0.8^2 = 1$ ). Принимая видимый радиус Солнца 32' получаем время прохождения

$$T = \frac{0.8 \cdot 32'}{96.55'} = 0.265 \text{ суток} = 6 \text{ часов } 22 \text{ минуты.}$$

Венера вступит на диск Солнца с восточной стороны (слева), и будет двигаться на запад (направо).

**Задача 5.** (30 баллов) На карте представлено рассеянное скопление звёзд. 1) Как называется это скопление? 2) Как его еще называют в Украине? 3) Определите линейное расстояние в проекции на небо между звёздами с номерами 76199 и 76131 если параллакс  $\pi$  скопления равен 0.008" (30 баллов).

**Решение** 1) Плеяды. 2) Стожары, Курка, Квочка. 3) Измеряем расстояние между звёздами и используя нижнюю шкалу находим разность прямых восхождений равную  $2^m,59$ , пересчитываем ее в угловую меру и получаем  $38,85'$  или  $2331''$ . Учитываем, что дуга суточной параллели меньше дуги небесного экватора в  $\cos \delta$  (где  $\delta$  - склонение звёзд), получаем:  $2331 \times \cos(24^0,12) = 2127,5$  угловых секунд =  $0^0,5911$ . Находим расстояние до Плеяд

$$r = 1/\pi = 125 \text{ пк.}$$

Находим проекцию расстояния между звёздами на небо:

$$x = 125 \times \text{tg}(0^0,5911) = 1,29 \text{ пк или } 4,2 \text{ св. года.}$$

**Задача 6.** (30 баллов) Противостояние Юпитера было 29 октября 2011 г. 1) В каком зодиакальном созвездии находился Юпитер? 2) Когда будет следующее противостояние Юпитера? 3) В каком созвездии он будет находиться? 4) На какой примерно высоте Юпитер будет находиться в момент верхней кульминации в Харькове?

**Решение** Противостояние – это расположение планет и Солнца на одной прямой, по одну сторону от Солнца. 1) Будем считать, что все зодиакальные созвездия имеют протяженность вдоль эклиптики 30 градусов. Поскольку наклон орбиты Юпитера составляет 1,3 градуса, будем считать, что он движется в плоскости эклиптики. 23 сентября Солнце находилось в созвездии Девы, поэтому 29 октября Солнце будет находиться в следующем созвездии, т.е. в созвездии Весы. Диаметально противоположное от него созвездие будет созвездие Овна, там и будет находиться Юпитер.

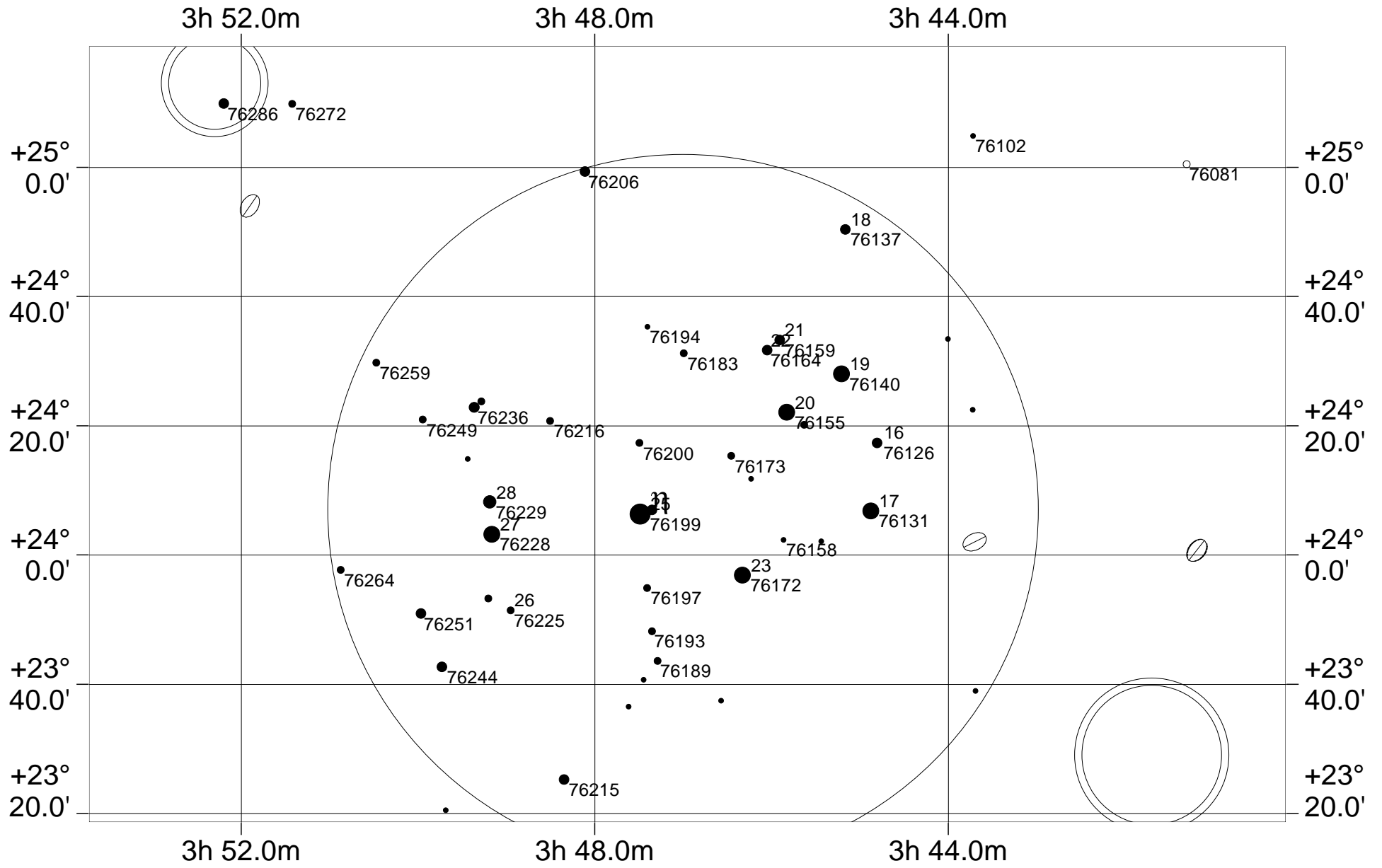
2) Используем формулу для связи синодического  $S$  и сидерического периодов обращения:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\text{земли}}} - \frac{1}{T_{\text{сид}}},$$

где  $T_{\text{сид}} = 11,86 \text{ лет} = 4331.8 \text{ суток}$ , а  $T_{\text{зем}} = 365,25 \text{ суток}$ , отсюда  $S = 398,9 \approx 399 \text{ суток}$ , что составляет 1 год (366 дней, поскольку рассматриваемый период включает 29 февраля 2012 года) и еще 33 дня, т.е. следующее противостояние будет 2 декабря 2012 г.

3) 2 декабря Солнце будет находиться в созвездии Скорпиона, поэтому Юпитер будет находиться в диаметально противоположном от него созвездии, т.е. в созвездии Тельца.

4) Наклон эклиптики к экватору составляет  $23,5^\circ$ . Такое склонение Юпитер имел бы, если бы его противостояние пришлось на 22 декабря. 2 декабря склонение Юпитера будет немного меньше, примерно 21 градус (точное значение 21.4 градуса). Широта Харькова 50 градусов, значит, высота небесного экватора над точкой юга составляет 40 градусов, а высота Юпитера в верхней кульминации будет равна  $61^\circ$ .



\*