

(OT01) Відкриття "Z"
[25 балів]

Разом з аркушем завдань ви отримали карту зоряного неба "Мар-OT01". На цій карті зображено лише зорі, і немає протяжних об'єктів.

Чотири відомі зорі (S1, S2, S3 і S4), які присутні на карті, наведені у таблиці нижче з їхніми власними назвами, позначеннями за Байєром, та екваторіальними координатами.

Номер зорі	Власна назва	Позначення за Байєром	RA	Dec
S1	Alpheratz	α Andromedae	00h 08m 24s	29° 05' 16"
S2	Markab	α Pegasi	23h 04m 46s	15° 12' 17"
S3	Scheat	β Pegasi	23h 03m 47s	28° 04' 58"
S4	Algenib	γ Pegasi	00h 13m 14s	15° 10' 59"

Під час планування спостережень виконайте завдання (OT01.1) і (OT01.2).

(OT01.1) Позначте ці 4 зорі (обвівши кожну з них кружечком) як S1, S2, S3 і S4, відповідно, на наданій вам карті неба "Мар-OT01". **[6]**

(OT01.2) Астроном відкрив новий протяжний об'єкт "Z" з координатами RA: 21h 36m 10.6s, Dec: -26° 10' 24.4" **[7]**
 Позначте положення цього протяжного об'єкта на тій же карті неба "Мар-OT01" знаком $\oplus$ і підпишіть його як "Z". Вважайте, що у відповідній області карти сітку екваторіальних координат можна представити перпендикулярними прямими.

Наступні завдання потрібно виконати, коли ви дійдете до вашої локації з телескопом.

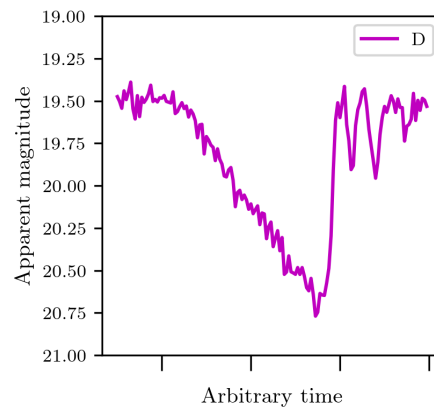
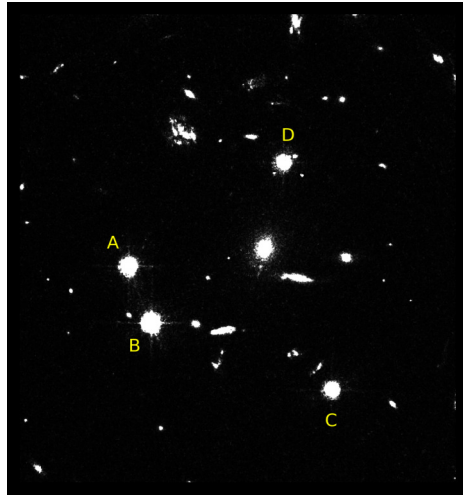
На екрані діагонально навпроти вашої локації спочатку з'явиться привітальне повідомлення, а потім зразок неба (небо, не пов'язане з питанням), а також таймер зворотного відліку. Ви можете використати цей час, щоб навести телескоп на екран та ознайомитися з іншим обладнанням, яке є на локації. Після закінчення відведеного часу на екран буде спроектовано ділянку неба, наведену на карті "Мар-OT01", на наступні 6 хвилин. Зверніть увагу, що масштаб проекції на екрані відрізняється від реального масштабу неба.

(OT01.3) Знайдіть новий об'єкт "Z" за допомогою телескопа, використовуючи будь-який доступний окуляр. Потім відцентруйте об'єкт належним чином у полі зору окуляра за допомогою хреста, який можна побачити в окуляр, і покажіть об'єкт іструктору на вашій локації. Після закінчення 6 хвилин проекція стане розмитою впродовж 20 секунд. У цей момент ви повинні відійти від телескопа. Проекцію буде відновлено, щоб інструктор зміг перевірити, на що ви навелися у телескоп. На цьому перше завдання закінчується. **[12]**

(OT02) Затримка часу при лінзуванні
[25 балів]

Якщо далеке джерело, об'єкт, на якому лінзується джерело (лінза), та спостерігач знаходяться поблизу однієї прямої, то внаслідок гравітаційного лінзування можливе утворення кількох зображень цього далекого джерела.

Світло від цих зображень досягає спостерігача за різний час. Якщо далеке джерело є змінним, то кожне зображення змінюється так само, як і джерело, але з деякою часовою затримкою. Вимірювання цих часових затримок надзвичайно корисне для оцінки поточної швидкості розширення Всесвіту, сталої Габбла.



Ми розглядатимемо систему гравітаційних лінз, показану на рисунку вище. На лівій панелі показано скупчення галактик (лінзу) разом з 4 зображеннями фонового квазара, утворених внаслідок гравітаційного лінзування. Ці 4 зображення, позначені A, B, C і D, мають різну яскравість, оскільки підсилення відносно яскравості фотонного джерела для кожного зображення різне. Для будь-якого зображення підсилення не змінюється з часом. Найбільша затримка спостерігається для зображення, позначеного літерою D.

Випромінювання, що надходить від цього квазара, є змінним, і астрономи спостерігають за цією системою вже більше десяти років. На правій панелі рисунка показано криву блиску для зображення D.

На екрані навпроти вашої локації ви побачите анімацію системи гравітаційних лінз. Ця анімація триває 28 с і повторюватиметься 6 разів з перервами в 1 хвилину або 2 хвилини. Кожна секунда на годиннику відповідає 250.0 земним добам у реальній системі лінз.

(OT02.1) Нехай час затримки зображення D відносно зображень A, B і C задається як [25]
 $t_{DA} = t_D - t_A$, $t_{DB} = t_D - t_B$, і $t_{DC} = t_D - t_C$, відповідно. Виміряйте ці часові затримки, зробивши всі необхідні кроки для зменшення похибки ваших результатів.