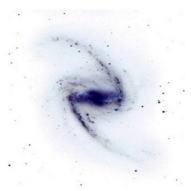
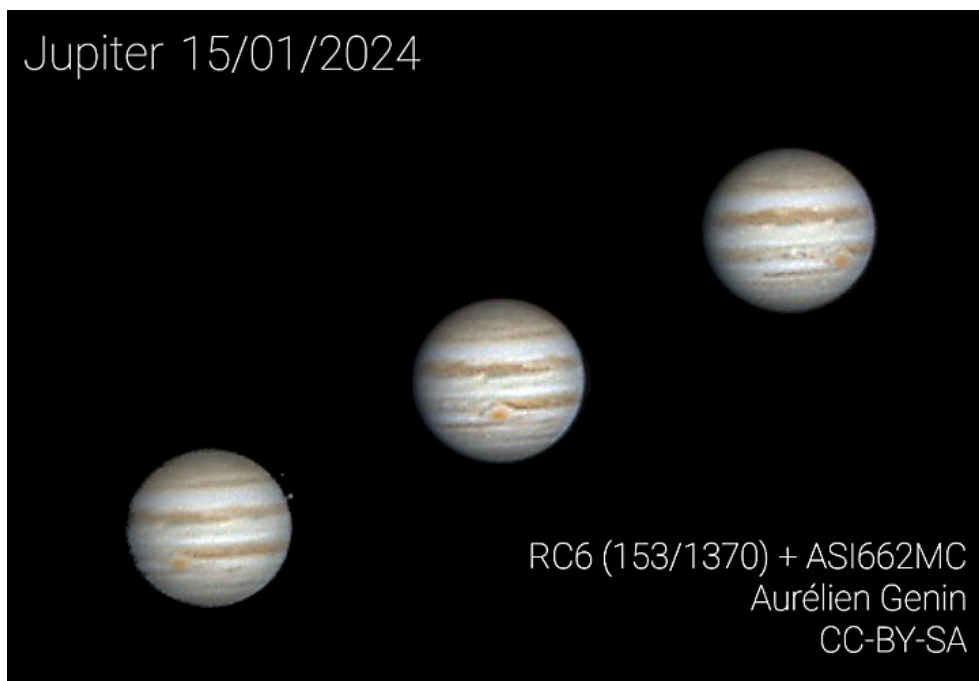
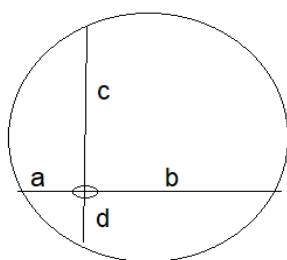


<p>XI Всеукраїнська учнівська олімпіада з астрономії м. Львів, 31 березня – 5 квітня 2024 р.</p>		<p>Практичний тур 10 клас</p>
---	---	--

1. Обертання Юпітера. Допоможемо юному астроному.



Юний астроном побачив на сайті APOD чудову серію світлин Юпітера, яку Аурельєн Дженін (Франція) отримав 15.01.2024. Він обрав 3 з них, щоб визначити період обертання Великої Червоної Плями (ВЧП). На трьох зображеннях він виміряв (у міліметрах) положення центру ВЧП відносно країв видимого диску планети за схемою:

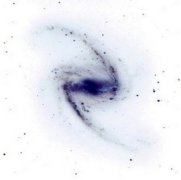


	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
1	9	19	19	8
2	14	14	20	9
3	23	5	17	7

Між 1-ою та 3-ою світлинами минула 1 година 52.5 хвилини.

- Допоможіть юному астроному обчислити широту та період обертання ВЧП.
- Чому за обертанням ВЧП не можна визначити період обертання Юпітера?

У наближенні задачі вважати Юпітер правильною кулею. **(10 балів)**

<p align="center">XI Всеукраїнська учнівська олімпіада з астрономії м. Львів, 31 березня – 5 квітня 2024 р.</p>		<p align="center">Практичний тур 10 клас</p>
--	---	---

Розв'язок

1. Смуги на зображеннях Юпітера розташовані таким чином, що показують розташування площини його екватора вздовж променя зору. Це дозволяє визначити широту ЧП. Для зображення 2 $a=b$, тому меридіан ВЧП у проекції є прямою.

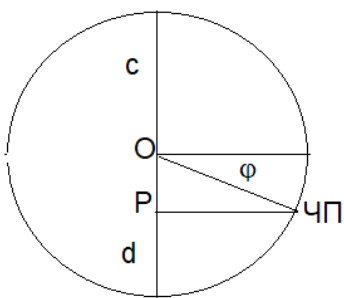


Рис. 1. Визначення широти ЧП. Стрілкою показано промінь зору **(16)**

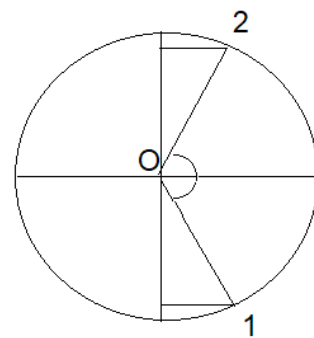


Рис. 2. Визначення кута зміщення ВЧП. Перетин Юпітеру на широті ВЧП **(16)**

Визначення широти ВЧП. Радіус зображення Юпітера: $R = \frac{1}{2}(c+d) = 14,5$ мм.
З трикутника ОРЧП визначаємо кут ЧП, який дорівнює широті ЧП
Тобто:

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{R-d}{R}\right) = 22.3^\circ \approx 22^\circ$$

2. Визначення періоду обертання ВЧП.

Ми бачимо положення ВЧП на видимому диску у проекції кулі на картинну площину. Для визначення кута, на який ВЧП змістилася за час спостережень потрібно розглянути перетин Юпітеру на широті ВЧП.

Радіус перетину відповідає широті ВЧП та дорівнює:

$$R_p = \frac{1}{2}(a_1 + b_1) = \frac{1}{2}(a_3 + b_3) = 14 \text{ мм.}$$

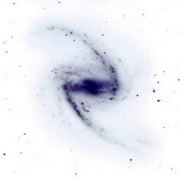
Для 1 кадру кутова відстань ВЧП від центру зображення:

$$\theta_1 = \arcsin\left(\frac{R_p - a_1}{R_p}\right) = 21^\circ$$

$$\theta_3 = \arcsin\left(\frac{R_p - b_3}{R_p}\right) = 40^\circ$$

За 112.5 хвилин ВЧП змістилася на 61° . Повний оберт вона робить за: 11 годин.

3. Відомо, що ВЧП Юпітера рухається повільніше, ніж оточуючий шар газу, тому період її обертання не вкладається в стандартний закон диференційного обертання планети.

<p>XI Всеукраїнська учнівська олімпіада з астрономії м. Львів, 31 березня – 5 квітня 2024 р.</p>		<p>Практичний тур 10 клас</p>
---	---	--

2. Світло та тінь.

На фото – Місяць над горою Гривола в Італії. Границя світла і тіні на горі та на Місяці (термінатори) майже співпадають завдяки точно вибраному моменту та положенню фотографа. Гора Гривола розташована у середніх широтах північної півкулі.

Вважаючи, що термінатор на горі проходить точно вертикально,

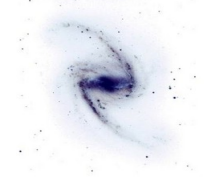
- а) визначте приблизну висоту Сонця над горизонтом у момент зйомки.
- б) В якій фазі Місяць на зображенні? Місяць «молодий» чи «старий»?
- в) Підпишіть Місячні моря, видимі на фото.
- г) Оцініть висоту центра диску Місяця над верхівкою гори.
- д) Позначте на фотографії, напрямки, як мінімум, трьох сторін горизонту.
- е) Приблизно оцініть, у який день (або дні) року та час доби могла проводитись фотозйомка. Відповідь аргументуйте.

(10 балів)

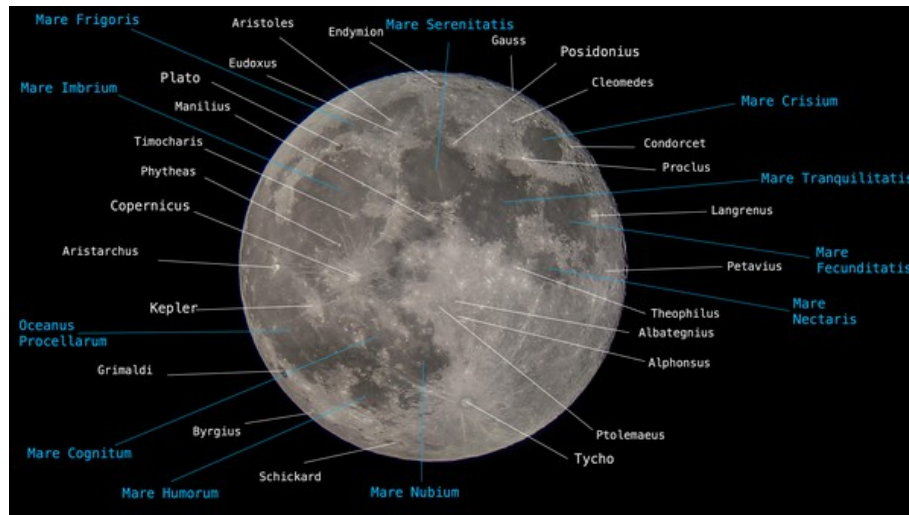


Розв'язок

- 1) Проводимо термінатор на Місяці. Напрямок на Сонце є перпендикулярним до нього. Визначаємо кут між горизонталлю та напрямком на Сонце (наприклад за тангенсом $9/130$). Отримуємо кут близько 4 градусів.
- 2) Фаза – перша чверть. Місяць росте, тобто молодий.

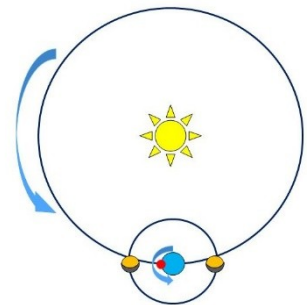
<p>XI Всеукраїнська учнівська олімпіада з астрономії м. Львів, 31 березня – 5 квітня 2024 р.</p>		<p>Практичний тур 10 клас</p>
---	---	--

- 3) На фото видні моря: море Криз (Crisium), море Достатку (Fecunditatis), море Нектару (Nectaris), море Спокою (Tranquillitatis), море Ясності (Serenitatis).



- 4) Знаючи, що діаметр Місяця 0,5 градуси, вимірюємо, що центр Місяця є на висоті приблизно 1 градус над верхівкою гори.

- 5) Виходячи з висоти Сонця, воно може бути на сході або на заході. Але Місяць, що росте, у фазі першої чверті, ми бачимо високо саме на заході Сонця (Див. малюнок, де червона точка – спостерігач, фази Місяця позначено схематично, всі обертання зображено в одній площині. При розташуванні спостерігача у протилежній точці на поверхні Землі, він побачить над головою Місяць, що старіє, і це буде зранку, згідно обертання Землі). Тому, праворуч – захід, прямо – південь, ліворуч – схід.

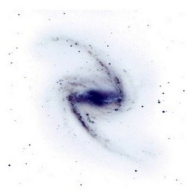


- 6) Молодий Місяць у фазі першої чверті можна побачити високо над горизонтом (а на відміну від Сонця, він високо, аж над горою) ввечері, близько 18 години. Це спричинено різницею екліптичної довготи Місяця та Сонця в цій фазі близько 6 годин (див. малюнок). Сонце при цьому майже сіло (спостерігач – червона крапка на малюнку, напрямок осевого обертання Землі показано синьою стрілкою). А ми знаємо, що Сонце сідає близько 18 години поблизу днів рівнодень. **Отже, це вечір близько весняного або осіннього рівнодення.**

Опис фото говорить, що воно було зроблено на початку жовтня, тобто недалеко від осіннього рівнодення:

<https://apod.nasa.gov/apod/ap240122.html>



<p>XI Всеукраїнська учнівська олімпіада з астрономії м. Львів, 31 березня – 5 квітня 2024 р.</p>		<p>Практичний тур 10 клас</p>
---	---	--

3. Небесні перегони

Вам надаються екваторіальні координати двох тіл Сонячної системи впродовж місяця на момент 00:00 UTC (таблиця 1).

а) Знайдіть максимально можливі значення висот верхніх кульмінацій для кожного із цих тіл в Києві ($\varphi = 50^\circ$, $\lambda = 2^h 2^m$)?

б) Побудуйте траєкторію руху першого тіла по небесній сфері за допомогою координатної сітки з зображенням яскравих зір

в) В яку дату кутова відстань між тілами буде мінімальна і чому вона буде дорівнювати?

г) В якому сузір'ї будуть перебувати тіла під час їхнього мінімального зближення?

д) Яка яскрава зоря найближча до двох об'єктів під час їх мінімального зближення?

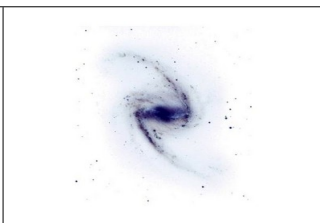
е) Вкажіть, які це можуть бути небесні тіла?

(15 балів)

Таблиця 1

Дата	α_1 , (h m)		δ_1 , ($^\circ$ ')		α_2 , (h m)		δ_2 , ($^\circ$ ')	
2024-Sep-23	4	21.5	25	43	13	50	-11	11
2024-Sep-24	5	23	27	49	13	54.6	-11	39
2024-Sep-25	6	23.8	28	9	13	59.2	-12	7
2024-Sep-26	7	22.2	26	51	14	3.8	-12	35
2024-Sep-27	8	17.1	24	11	14	8.5	-13	3
2024-Sep-28	9	8.1	20	25	14	13.1	-13	30
2024-Sep-29	9	55.5	15	51	14	17.8	-13	57
2024-Sep-30	10	40.1	10	43	14	22.4	-14	24
2024-Oct-01	11	22.6	5	15	14	27.1	-14	50
2024-Oct-02	12	4.1	0	23	14	31.9	-15	16
2024-Oct-03	12	45.5	-5	59	14	36.6	-15	42
2024-Oct-04	13	27.5	-11	24	14	41.3	-16	7
2024-Oct-05	14	11.2	-16	27	14	46.1	-16	32
2024-Oct-06	14	57.3	-20	57	14	50.9	-16	56
2024-Oct-07	15	46.3	-24	40	14	55.7	-17	20
2024-Oct-08	16	38.6	-27	24	15	0.5	-17	44
2024-Oct-09	17	33.8	-28	53	15	5.3	-18	7
2024-Oct-10	18	31.1	-28	57	15	10.2	-18	30
2024-Oct-11	19	29.3	-27	28	15	15.1	-18	52
2024-Oct-12	20	27	-24	26	15	19.3	-19	14
2024-Oct-13	21	23.4	-19	58	15	24.4	-19	35
2024-Oct-14	22	18.2	-14	16	15	29.7	-19	56
2024-Oct-15	23	11.6	-7	38	15	34.8	-20	16
2024-Oct-16	0	5.2	0	26	15	39.4	-20	36
2024-Oct-17	0	59.3	6	52	15	44.7	-20	55
2024-Oct-18	1	55.4	13	47	15	49.8	-21	14
2024-Oct-19	2	54.2	19	47	15	54.8	-21	32
2024-Oct-20	3	55.9	24	24	15	59.9	-21	50
2024-Oct-21	4	59.3	27	17	16	4.9	-22	7
2024-Oct-22	6	2.9	28	16	16	10	-22	23

**XI Всеукраїнська учнівська
олімпіада з астрономії**
м. Львів,
31 березня – 5 квітня 2024 р.



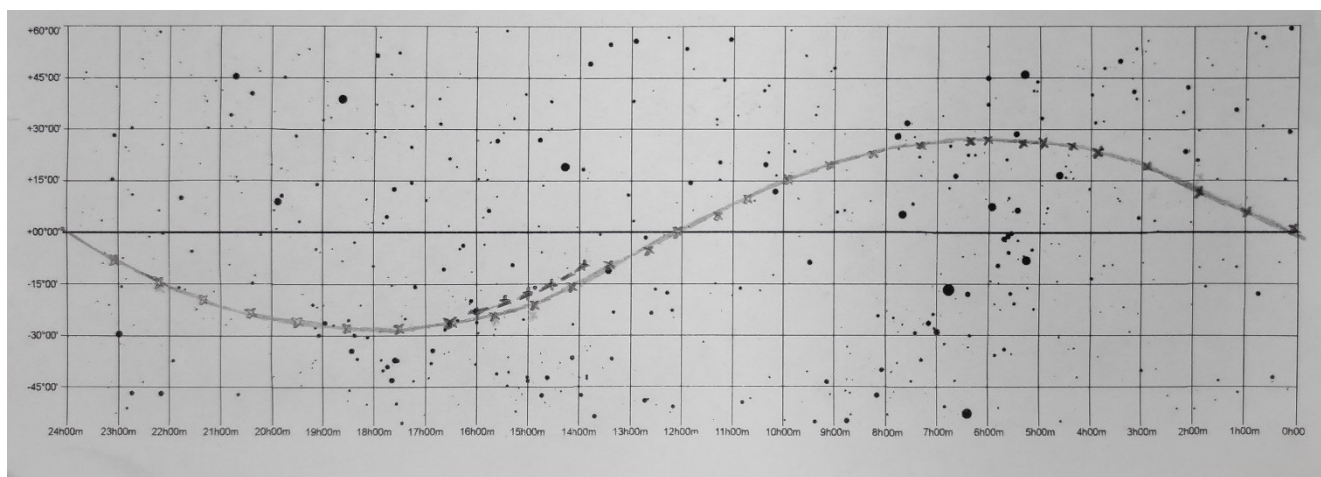
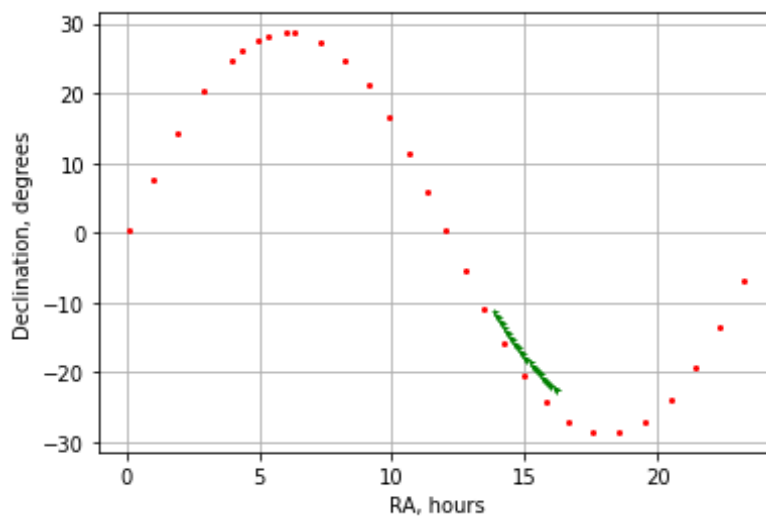
Практичний тур
10 клас

Розв'язок

а) Тіло 1 має максимальне значення схилення за вказаний період $28^{\circ} 16'$, висота верхньої кульмінації $h = 90 - \varphi + \delta$, тому висота $h = 68^{\circ} 16'$.

Тіло 2 має максимальне значення схилення за вказаний період $-11^{\circ} 11'$, висота верхньої кульмінації $h = 28^{\circ} 49'$.

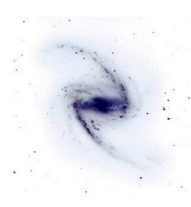
б) Траєкторія руху тіл по небесній сфері (червоним – тіло 1, зеленим – тіло 2)



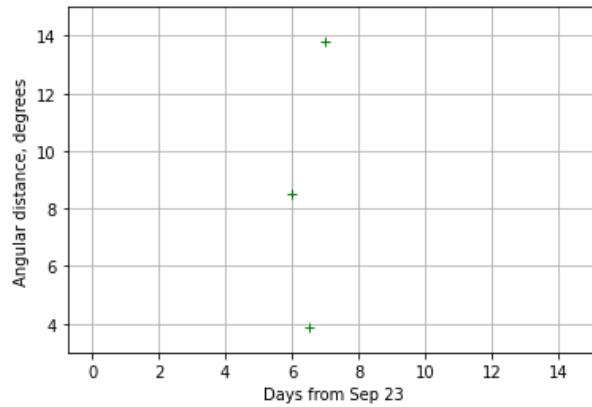
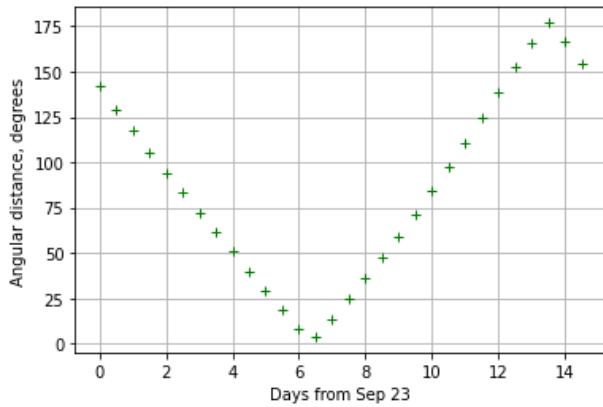
в) Знайшовши різницю координат на всі дати, видно що мінімальна відстань між тілами буде між датами 5 та 6 жовтня (фактично ввечері 5 жовтня, оскільки дати наведені на 0:00 UTC). Відстань складе близько 4° .

Графік різниці положення (кутова відстань в градусах) від номера дня починаючи з 23 вересня 2024 року.

**ХІ Всеукраїнська учнівська
олімпіада з астрономії
м. Львів,
31 березня – 5 квітня 2024 р.**



**Практичний тур
10 клас**



г) Сполучення відбулось в сузір'ї Терезів.

д) Найяскравіша зоря поряд це альфа Діви (Спіка), також відносно близько альфа Скорпіона (Антарес).

е) Очевидно, що перше тіло Місяць. Друге, зважаючи на кутову швидкість, планета земної групи. Оскільки спостереження починаються в день осіннього рівнодення, видно що тіло 2 на відстані близько 30 градусів від Сонця, тому це не Меркурій. Тіло 2 відносно недалеко від Сонця (30 градусів), Марс поблизу сполучення має не такі високі кутові швидкості, тому тілом 2 може бути лише Венера.