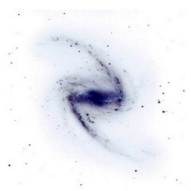


<p>XI Всеукраїнська учнівська олімпіада з астрономії м. Львів, 31 березня – 5 квітня 2024 р.</p>		<p>Практичний тур 11 клас</p>
---	---	--

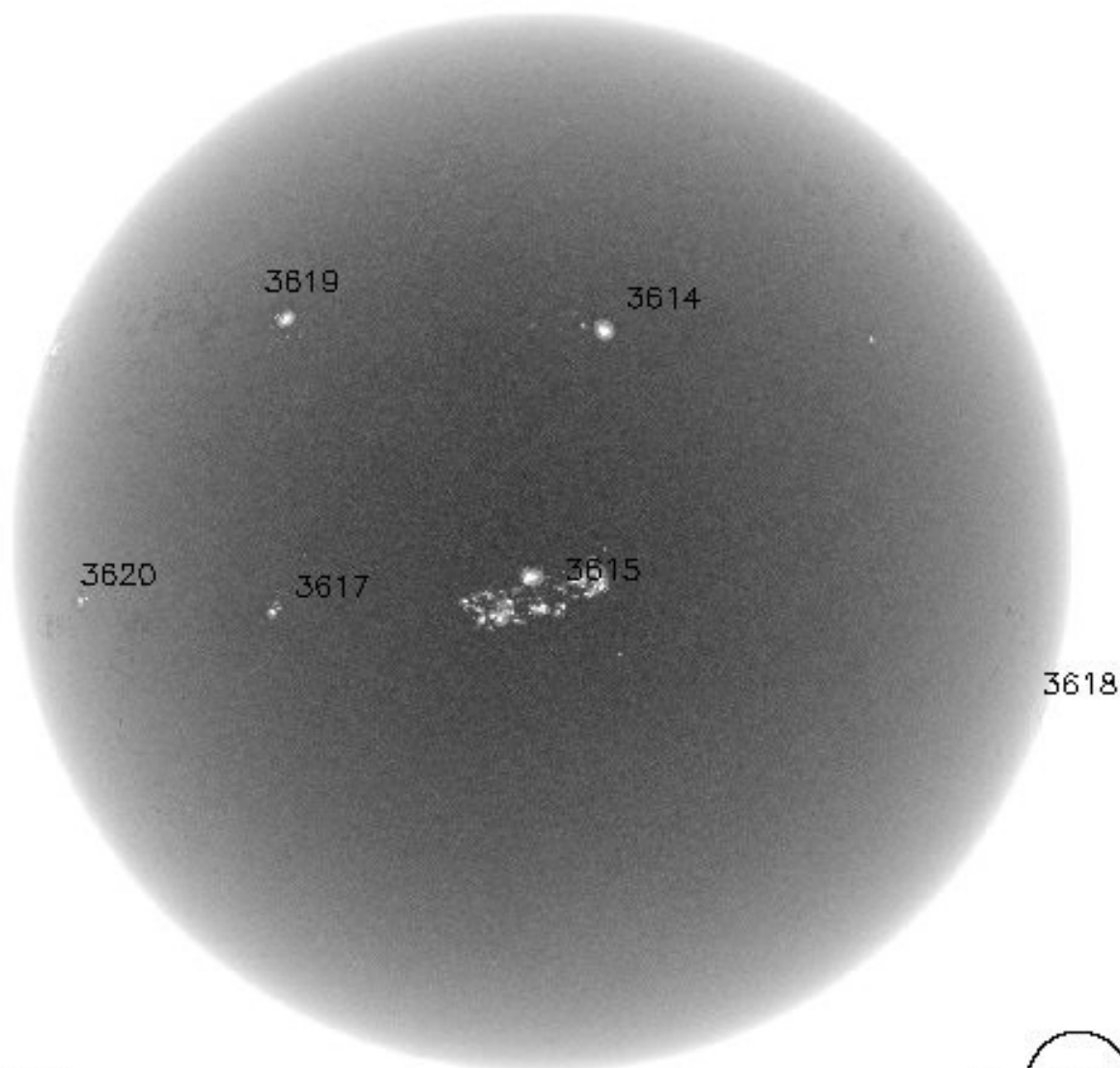
1. Негативні білі плямки...

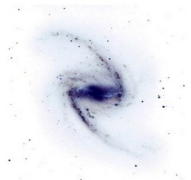
Дано негатив зображення диску Сонця з плямами (на негативі диск Сонця є темним, а плями навпаки - білими). Зображення отримані за допомогою космічного апарату SDO, що рухається навколо Землі геосинхронною орбітою.

а) розрахуйте середнє значення числа Вольфа для 6 зображень ($W = f+10g$, де W – число Вольфа, f – кількість плям на видимому диску Сонця, g – кількість груп плям на видимому диску Сонця).

б) розрахуйте лінійний та кутовий розміри найбільшої групи плям. Чи можливо розрізнити її неозброєним, але захищеним, оком? **(10 балів)**

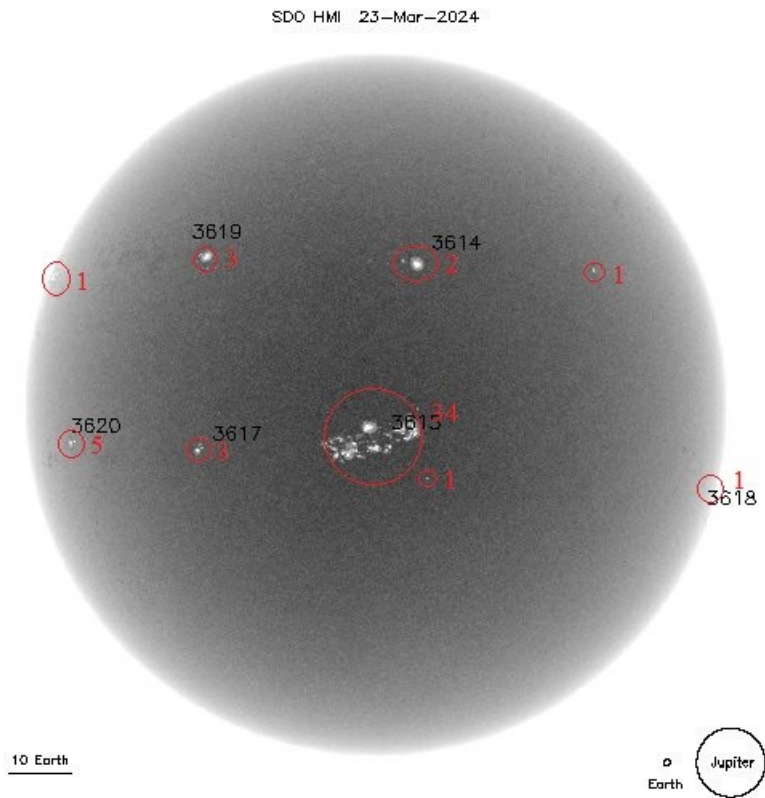
SDO HMI 23-Mar-2024



<p>XI Всеукраїнська учнівська олімпіада з астрономії м. Львів, 31 березня – 5 квітня 2024 р.</p>		<p>Практичний тур 11 клас</p>
---	---	--

Розв'язок

а) Визначаємо кількість груп плям та загальну кількість плям.



Зі знімку легко бачити, що кількість груп плям рівна 9, а сумарна кількість плям 48. Звідки ми знаходимо число Вольфа $W=f+10g=48+10*9=138$.

б) Для знаходження кутових розмірів найбільшої групи плям вимірюємо розміри зображення Сонця $d_{\odot}=14,4\text{ см}$, та найбільші розміри групи плям $l=2\text{ см}$. Знаючи, що приблизні кутові розміри диску Сонця рівні $30'$ ми можемо знайти Кутові розміри групи плям:

$$\alpha = \frac{l}{d_{\odot}} 30' = 4,2'$$

Оскільки роздільна здатність людського ока близька до $1'$, то таку пляму буде видно незброєним оком.

Знайти лінійні розміри групи плям можна декількома способами.

1) Знаючи кутові розміри групи плям і відстань від Землі до Сонця оцінюємо лінійні розміри:

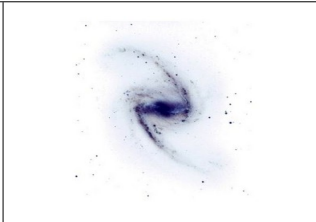
$$x = 2r_{\oplus} \tan \frac{\alpha}{2} = 183000\text{ км}$$

2) Знаючи радіус Сонця оцінюємо лінійні розміри:

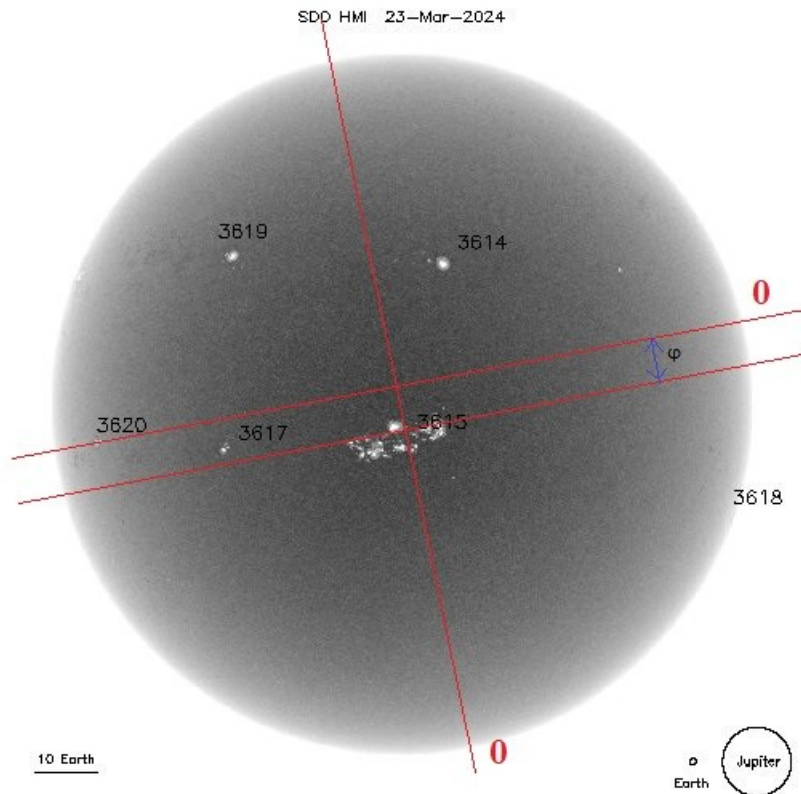
$$x = \frac{l}{d_{\odot}} * 2 * 696000 = 193000\text{ км}$$

3) Для точнішого знаходження лінійних розмірів потрібно враховувати, що ми бачимо проекцію групи плям. Потрібно знайти широти і довготи країв групи. Доцільно вибрати систему координат таким чином, щоб широта країв групи була однаковою.

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



**Практичний тур
11 клас**



Знаходимо широту і довготи, а потім знаходимо лінійні розміри:

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{\Delta y}{r_o}\right) = \arcsin\left(\frac{0,65}{(14,4/2)}\right) = 5,18$$

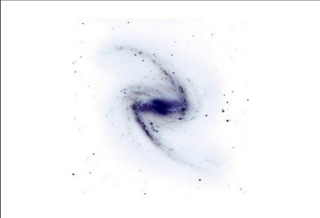
$$\lambda_1 = \arcsin\left(\frac{\Delta x_1}{r_o * \cos \varphi}\right) = -9,63$$







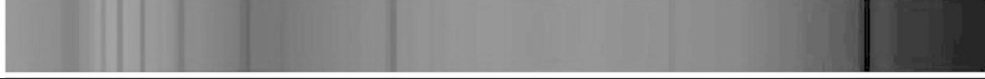
$$\lambda_2 = \arcsin\left(\frac{\Delta x_2}{r_o * \cos \varphi}\right) = 7,21$$

$$x = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{360^\circ} * 2 * \pi * R_o * \cos \varphi = 204000 \text{ км}$$

2. Спектральна плутанина.

Астроном, який виявився невпевненим користувачем програм з редагування тексту, перед початком проведення спектральної класифікації його улюбленої зорі наробив трохи шкоди і переплутав «стандартні» спектри, з якими він мав порівнювати спектр своєї зорі. Спектральні класи у нього вишикувалися в алфавітному порядку, температури зір – у порядку зростання, а зразки спектрів – у зовсім не зрозумілому порядку (див. таблицю нижче).

XI Всеукраїнська учнівська олімпіада з астрономії м. Львів, 31 березня – 5 квітня 2024 р.		Практичний тур 11 клас
--	---	---

#	Сп. клас	Температура	Зразок спектру
1	A	3500K	 1)
2	B	4000K	 2)
3	F	6000K	 3)
4	G	7500K	 4)
5	K	10000K	 5)
6	M	20000K	 6)
7	O	50000K	 7)

Допоможіть нашому астроному відновити табличку і розставити всі значення на належні місця. Для розташування спектрів в таблиці використовуйте їх порядкові номери, зазначені в першому стовпчику таблиці.

Щоб спростити задачу з відновлення таблиці, вдалося знайти наступну інформацію: лінії у водневій серії Бальмера мають такі довжини хвиль: $H_{\alpha} = 6563\text{\AA}$, $H_{\beta} = 4861\text{\AA}$, $H_{\gamma} = 4340\text{\AA}$, $H_{\delta} = 4101\text{\AA}$. (Співвідношення відстаней між лініями серії є унікальним і не повторюється для жодної іншої серії того самого або іншого хімічного елемента).

Спектральний клас O характеризується слабкими лініями H серії Бальмера, лініями йонізованого He та потужним ультрафіолетовим континуумом

Спектральний клас B характеризується лініями H серії Бальмера середньої інтенсивності та лініями нейтрального He

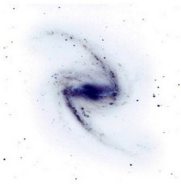
Спектральний клас A характеризується потужними лініями H серії Бальмера та лініями йонізованих металів

Спектральний клас F характеризується лініями H серії Бальмера середньої інтенсивності та слабкими лініями йонізованого Ca

Спектральний клас G характеризується слабкими лініями H серії Бальмера, лініями йонізованого Ca та металів

Спектральний клас K характеризується лініями йонізованого Ca, заліза Fe, молекул CN та Si. Лінії H серії Бальмера відсутні або ледь помітні.

Спектральний клас M характеризується наявністю молекулярних смуг, зокрема TiO, та лініями нейтральних металів. Лінії H серії Бальмера відсутні.

<p>XI Всеукраїнська учнівська олімпіада з астрономії м. Львів, 31 березня – 5 квітня 2024 р.</p>		<p>Практичний тур 11 клас</p>
---	---	--

а) Ідентифікуйте лінії Н серії Бальмера хоча б на одному із спектрів і підпишіть їх.

б) Визначте діапазон довжин хвиль, у межах якого отримано спектри (максимальну та мінімальну довжину хвилі на зображенні спектра), вважаючи, що спектр є лінійним (дисперсія не залежить від довжини хвилі).

в) Вважаючи, що всі спектри отримані в однакових умовах і мають однаковий діапазон довжин хвиль, знайдіть та позначте на яких спектрах присутні наступні лінії: CaII ($\lambda_K = 3934\text{\AA}$, $\lambda_H = 3968\text{\AA}$), CaI ($\lambda = 4227\text{\AA}$), NaI ($\lambda_{D1} = 5896\text{\AA}$, $\lambda_{D2} = 5890\text{\AA}$), CH ($\lambda = 4315\text{\AA}$) та молекулярна смуга TiO (λ в околі 6200\AA)

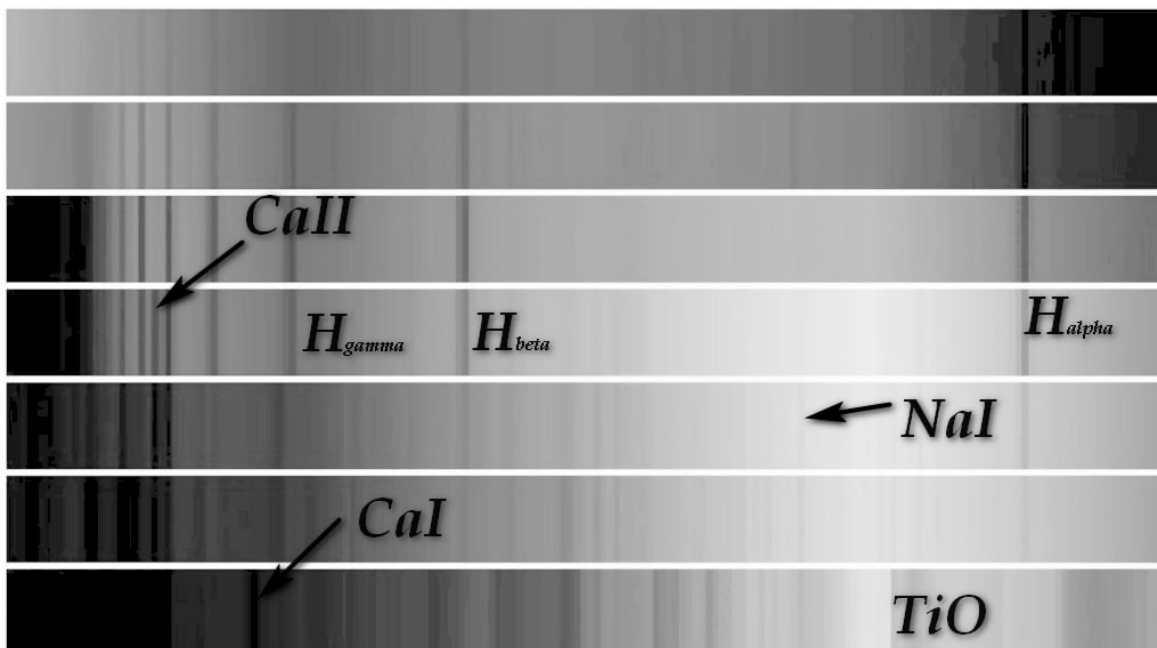
г) за допомогою отриманих результатів відновіть табличку і розставте всі значення на належні місця. **(10 балів)**

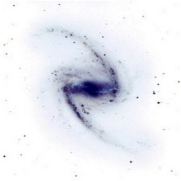
Розв'язок

а) Серію Бальмера легко побачити на спектрі номер 1 та 7. Першу лінію серії Бальмера, H_α (6562\AA), легко знайти в правій області спектру (з червоної сторони). Наступні лінії на спектрі номер 1 та 7 будуть відповідно H_β , H_γ і так далі.

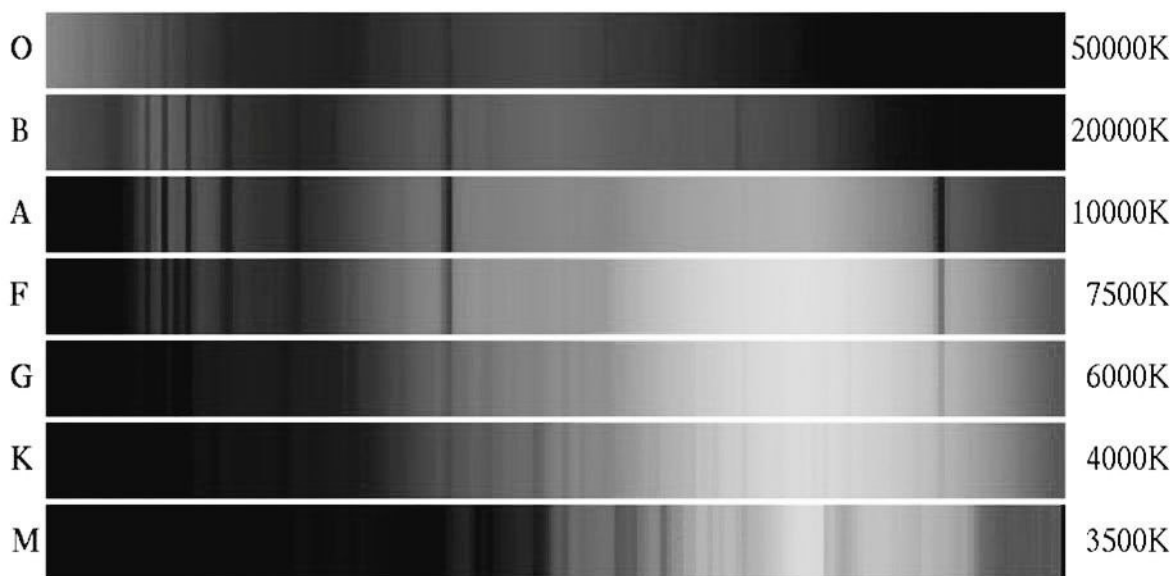
б) Щоб визначити діапазон довжин хвиль наданого спектру, скористайтесь ототожненими лініями серії Бальмера. Різниця довжин хвиль між сусідніми лініями серії Бальмера H_α (6562\AA) і H_β (4861\AA) становить 1701\AA . За допомогою лінійки оцінімо масштаб зображення (тобто скільки ангстремів вміщується в міліметрі). Відраховуючи від відомих ліній отримаємо що синій край на довжині хвилі 3500\AA , а червоний край на довжині хвилі 7500\AA .

в)



<p>XI Всеукраїнська учнівська олімпіада з астрономії м. Львів, 31 березня – 5 квітня 2024 р.</p>		<p>Практичний тур 11 клас</p>
---	---	--

г) Спектральні класи йдуть у порядку зменшення температур наступним чином: OBAFGKM. Відповідно O-50 000 K, B-20 000 K, A-10 000 K, F- 7500 K, G-6000 K, K-4000 K, M-3500 K. Співставляючи спектри з описом спектрів для різних спектральних класів, визначаємо відповідність між спектрами та класами: 1-A, 2-K, 3-O, 4-G, 5-M, 6-F, 7-B.



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 ($\varphi = 50^\circ$, $\omega = 2^h 2^m$)?

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

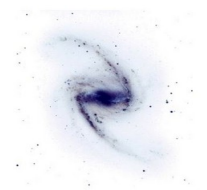
в) В яку дату кутова відстань між тілами буде мінімальна і чому вона буде дорівнювати?

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)

<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>
--	---	---

Таблиця 1

Дата	α_1 , (h m)		δ_1 , (° ‘)		α_2 , (h m)		δ_2 , (° ‘)	
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

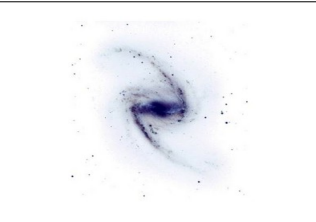
Розв’язок

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

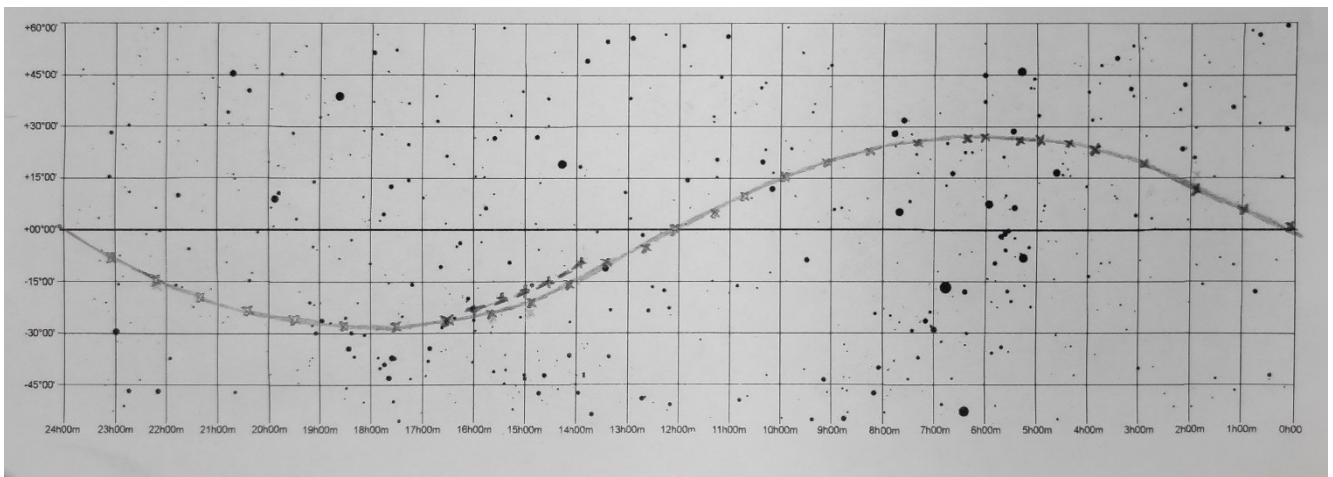
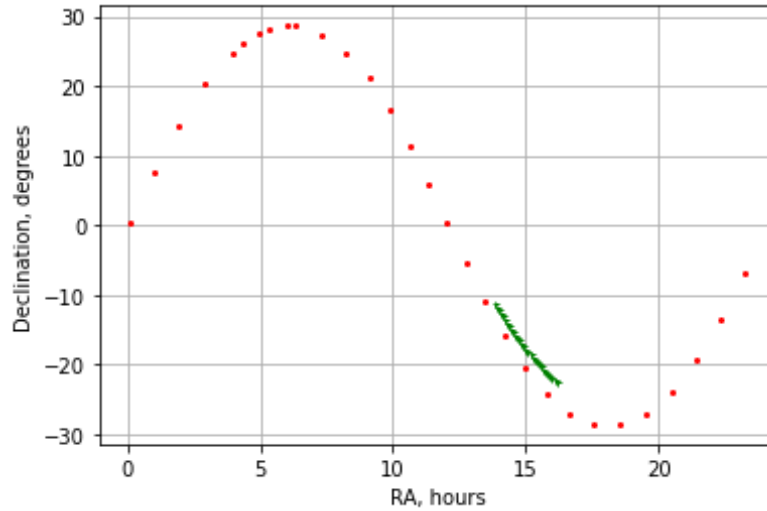
Тіло 2 має максимальне значення схилення за вказаний період $-11^\circ 11'$, висота верхньої кульмінації $h = 28^\circ 49'$.

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

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

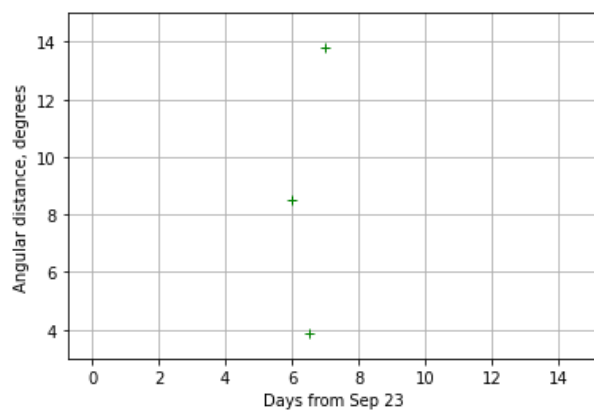
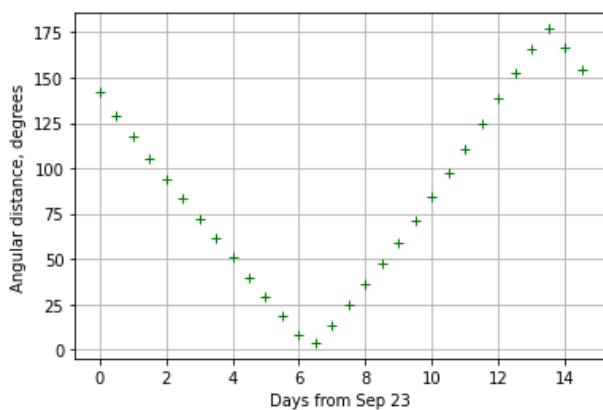


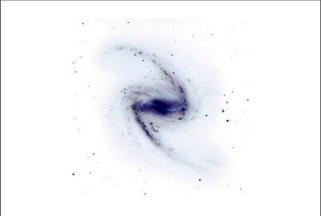
**Практичний тур
10 клас**



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

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



XI 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.