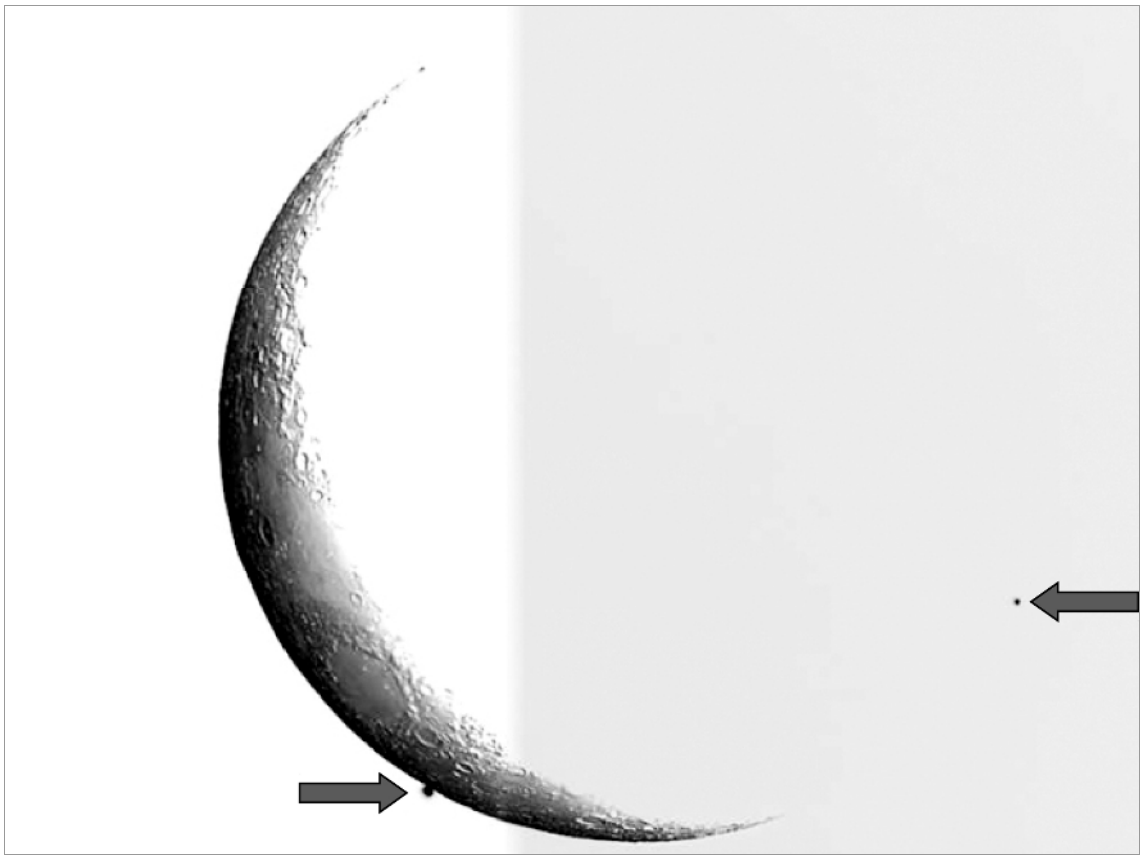
IV Всеукраїнська учнівська олімпіада з астрономії М.Львів, 23-27 березня 2014 р.		Практичний тур 10 клас

Завдання 1 (12 балів)

Покриття. Перед вами композиція двох кадрів, отриманих довгофокусним фотооб'єктивом. Припускаючи швидкість руху Венери (положення планети вказані стрілками) серед зір достатньо малою порівняно зі швидкістю Місяця, визначити тривалість покриття Венери Місяцем. Визначте, це молодий чи старий Місяць.



Розв'язок

Оскільки це зображення отримано фотооб'єктивом, воно не перевернуте. Ми спостерігаємо західну півкулю, це старий Місяць. Вимірюючи фото, знайдемо довжину хорди, якою рухалась Венера за диском Місяця — 158 мм. Виміряна довжина діаметру диска Місяця — 214 мм. Нам відомо, що видимий кутовий діаметр Місяця 0,5°, знайдемо кутову довжину хорди 158/214·0,5 = 0,37°. Зоряний період обертання Місяця 27,322 діб, тому шлях 0,37° зайняв 27,322·0.37°/360° = 0,028 діб = 40 хвилин.

Відповідь: Покриття тривало 40 хвилин.

Завдання 2 (18 балів)

«Тутулема». На цьому зображенні (рис. 1, 3, кольори фотографії інвертовані) показана аналема з повним сонячним затемненням. Фотографи Тунк Тезель та Сенк Е. Тезель назвали її Тутулемою від турецького слова «tutulma», що позначає «затемнення».

Аналема — крива, що з'єднує низку послідовних положень Сонця на небосхилі планети в один і той самий час доби протягом року. Таку фотографію можна отримати, знімаючи Сонце на один кадр в одному положенні фотоапарата у фіксований час доби через декілька днів (або майже кожний ясний день). Форма аналеми визначається нахилом земної осі до площини екліптики та еліптичністю земної орбіти. Аналема являє собою графічне відображення рівняння часу на небосхил.

На рис. 2 наведений графік рівняння часу, визначеного як різниця між істинним сонячним часом та середнім сонячним часом. Фотографія з сонячним затемненням була зроблена у м. Сіде поблизу Анталії в Туреччині (геогр. координати 36°46′00″ пн. ш., 31°23′00″ сх. д.) у 2006 р. Решта фото, які складають аналему, були зняті у 2005—2006 р.

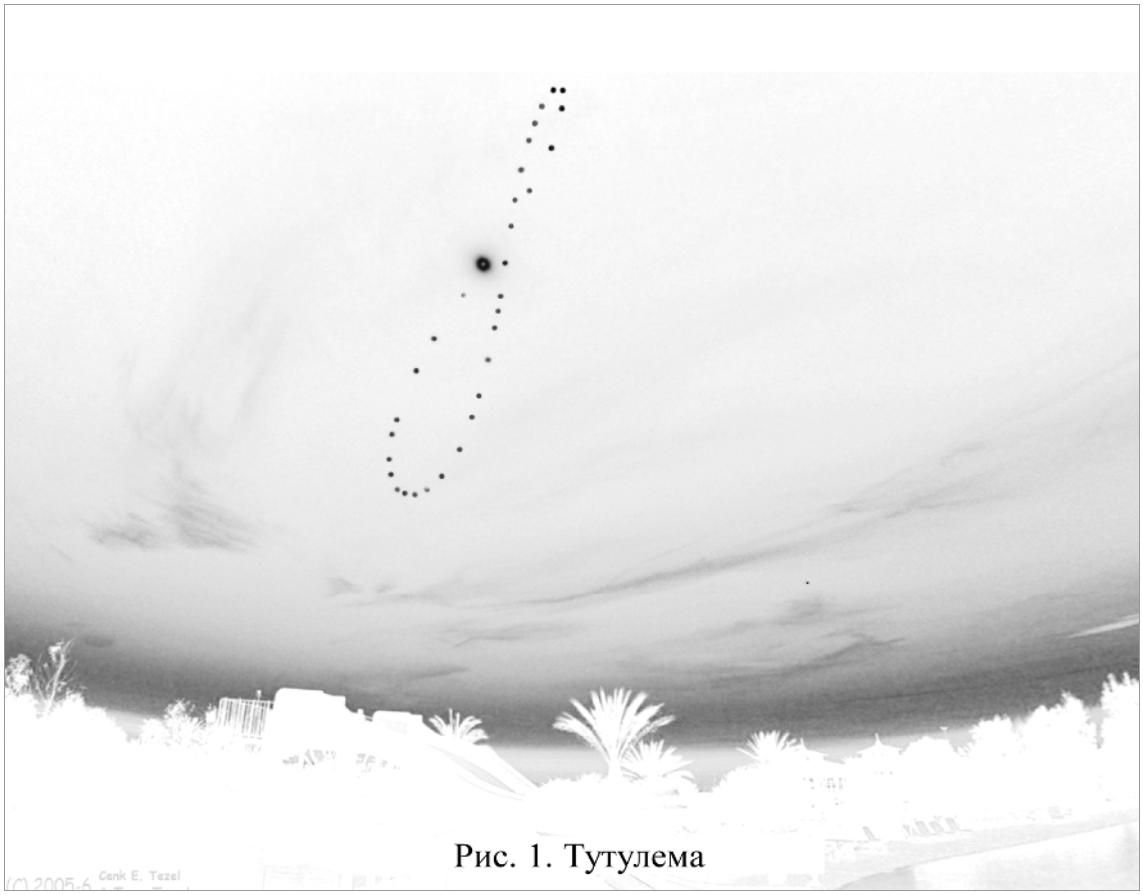


Рис. 1. Тутулема

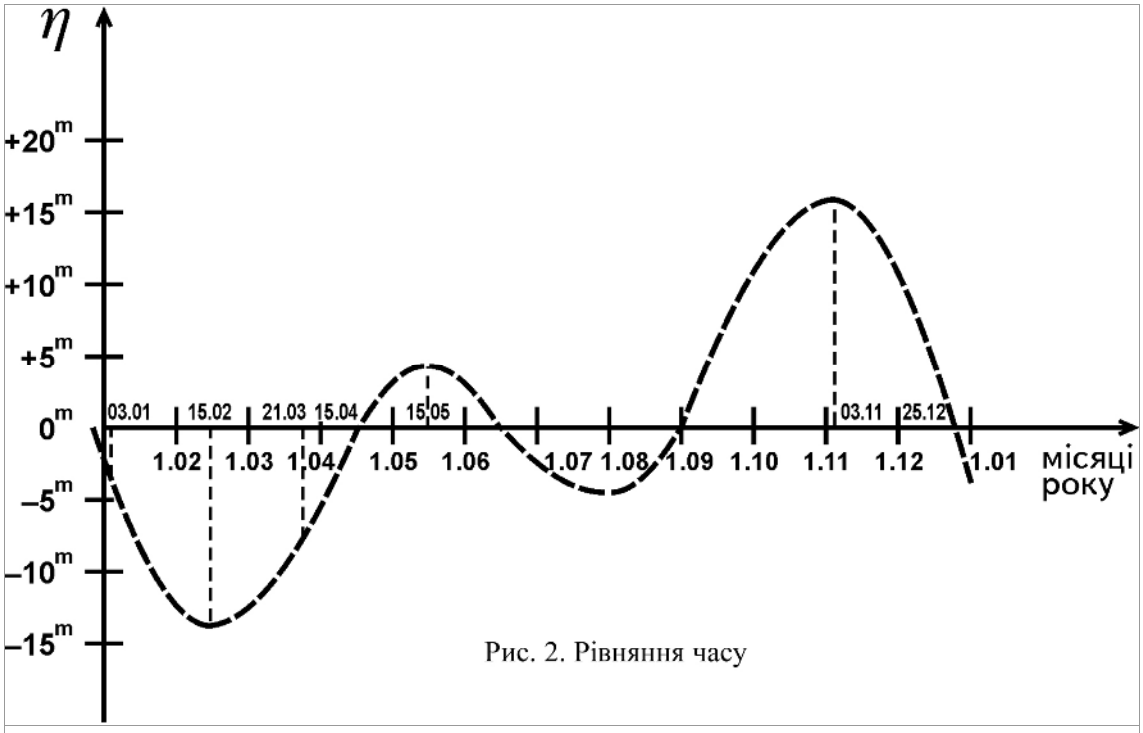


Рис. 2. Рівняння часу

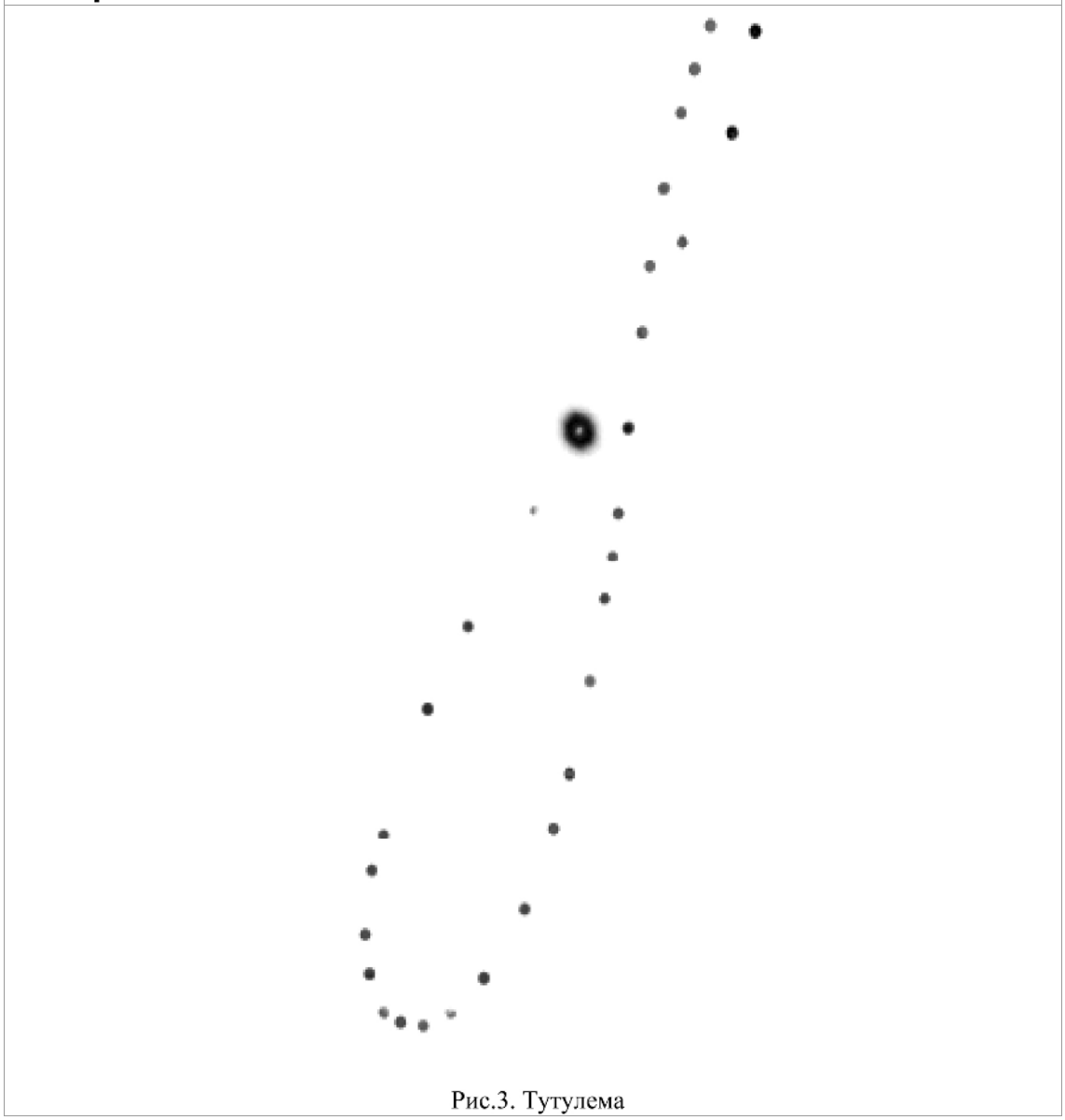


Рис.3. Тутулема

Використовуючи надані малюнки, визначте приблизно:

1. В які дні року проводилась зйомка? Нанесіть ці точки на графік рівняння часу (рис. 3), починаючи з зимового сонцестояння;
2. Приблизну дату сонячного затемнення;
3. У який місцевий час проводилась зйомка затемнення?

Розв'язок

1. Зрозуміло, що найнижче положення Сонця відповідає зимовому, а найвище — літньому сонцестоянню. Різниця між ними 2′23,5 = 47°. Це задає масштаб рисунку і дозволяє виміряти значення рівняння часу в кожному положенні Сонця (масштаб роздрукованої аналеми: велика вісь дорівнює 183 мм, тобто 3,89 мм/°, але вимірювання (табл) проводились за зображенням іншого масштабу)

№	Рівняння часу			Приблизна дата (вимірювання)	Дата зйомки (вказана автором)
	мм	°	мин		
1	0	0	0	22.12.	21.12.2005
2	-5	-0,92157	-3,68627	4.01	29.12.2005
3	-11	-2,02745	-8,1098	14.01	09.01.2006
4	-15	-2,76471	-11,0588	25.01	18.01.2006
5	-18,5	-3,4098	-13,6392	3.02	29.01.2006
6	-19	-3,50196	-14,0078	10.02	04.02.2006
7	-18	-3,31765	-13,2706	24.02	21.02.2006
8	-16	-2,94902	-11,7961	7.03	04.03.2006
9	-10	-1,84314	-7,37255	20.03	19.03.2006
10	**-5**	**-0,92157**	**-3,68627**	**1.04**	**29.03.2006**
11	4,5	0,829412	3,317647	29.04	23.04.2006
12	7	1,290196	5,160784	14.05	09.05.2006
13	5	0,921569	3,686275	29.05	28.05.2006
14	2,5	0,460784	1,843137	11.06	16.06.2006
15	-3	-0,552941	-2,211765	01.07	02.07.2006
16	-6	-1,105882	-4,423529	13.07	17.07.2005
17	-6	1,105882	-4,423529	27.07	28.07.2005
18	-6	-1,105882	-4,423529	9.08	03.08.2005
19	-4,5	-0,829412	-3,317647	18.08	14.08.2005
20	-1,5	-0,276471	-1,105882	27.08	23.08.2005
21	1,5	0,276471	1,105882	3.09	01.09.2005
22	6	1,105882	4,423529	12.09	11.09.2005
23	10	1,843137	7,372549	20.09	20.09.2005
24	12	2,211765	8,847059	26.09	25.09.2005
25	13	2,396078	9,584314	1.10	30.09.2005
26	16,5	3,041176	12,16471	10.10	09.10.2005
27	19	3,501961	14,00784	20.10	20.10.2005
28	20	3,686275	14,7451	28.10	27.10.2005
29	19	3,501961	14,00784	15.11	08.11.2005
30	16	2,94902	11,79608	25.11	22.11.2005
31	11,5	2,119608	8,478431	05.12	03.12.2005
32	6	1,105882	4,423529	16.12	13.12.2005

Виміри, нанесення на графік та отримання дат
2. Як стверджують автори, послідовність фотографій була отримана починаючи з 2005 року. Основний знімок був зроблений під час повної фази сонячного затемнення з Сіде (Турція) 29-го

березня 2006 року. Отримані дані це підтверджують, невелике розходження пояснюється похибкою вимірювань. (Будь-яке значення дати від 22.03 до 1.04 буде приблизно правильним)
3. Виходимо з нахилу вертикальної осі аналеми до прямовисної лінії (рис.1). Він буде таким самим, як і нахил екватору до горизонту у даній точці небосхилу. При зйомці у полудень він дорівнює 0°, а при перетинанні екватором горизонту 90-φ. Між цими значеннями він буде змінюватись по косинусоїді:

$$\alpha = \frac{90 - \varphi}{2}\left(1 - \cos 2t\right),$$

де t — часовий кут середнього Сонця, який дорівнює середньому місцевому часу. В ранковий час аналема буде нахилена вліво (до сходу), а після полудня — вправо (до заходу). Таким чином, наша аналема знімалась після полудня. Окреслюючи приблизно лінію горизонту, проводячи до неї дотичну під аналемою, встановлюючи перпендикуляр до цієї дотичної, вимірюємо кут між отриманою таким чином прямовисною лінією та вертикальною віссю аналеми, він дорівнює 15—20°. За формулою отримуємо, що $t \approx 2$ години після полудня.

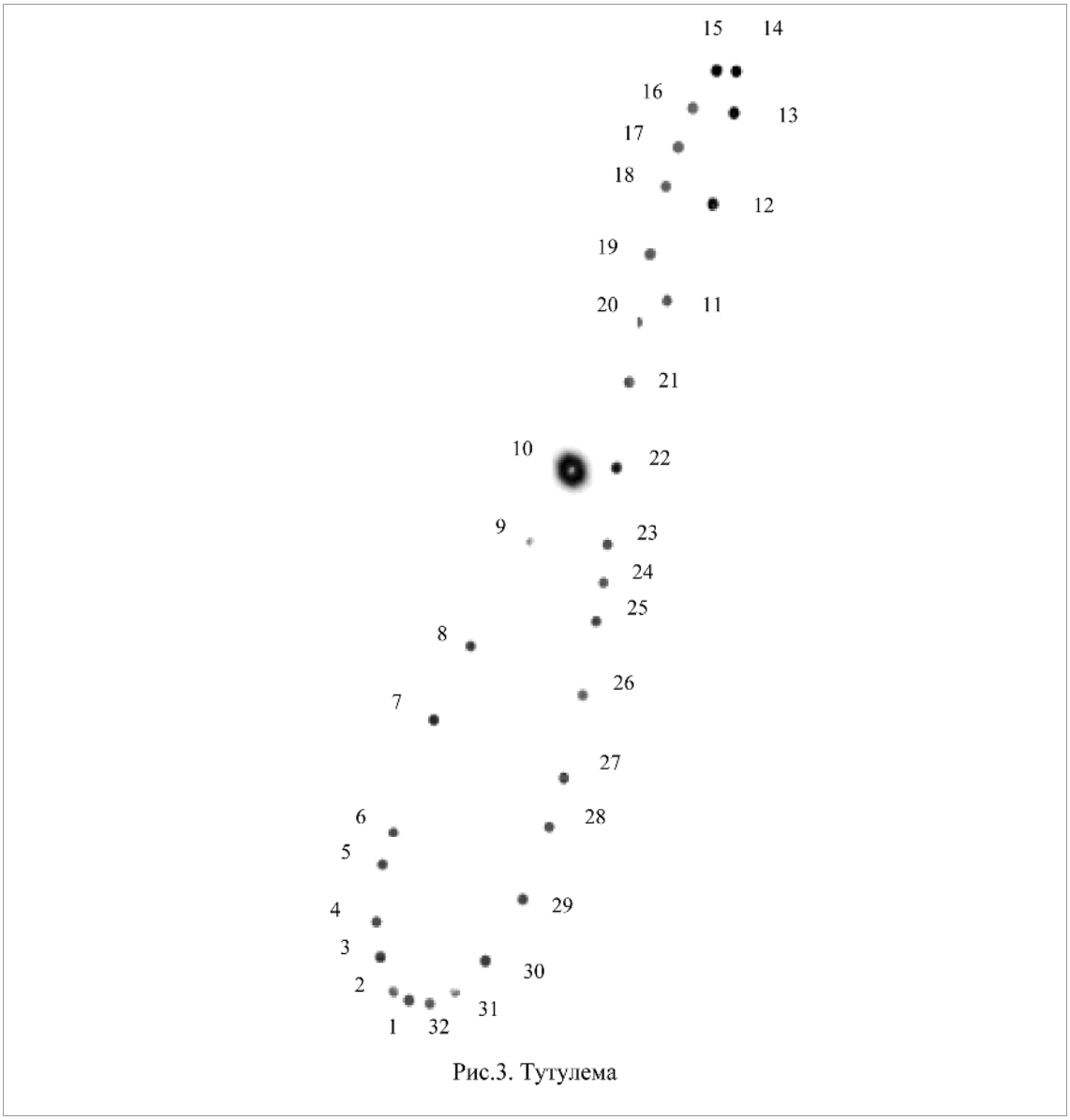


Рис.3. Тутулема