

УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ І НАУКИ
ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛДЕРЖАДМІНІСТРАЦІЇ
Чернігівський обласний інститут післядипломної
педагогічної освіти ім.К.Д.Ушинського

II етап Всеукраїнської олімпіади з астрономії 10 клас 2018-2019 н.р.

Максимальна кількість балів - 51

I. Тестові завдання

(за кожен повну правильну відповідь зараховується 0,5 бала)

1. *Яке тіло знаходиться у центрі геоцентричної системи світу?*

А. Сонце Б. Юпітер В. Сатурн Г. Земля Д. Венера

2. *Яку планету відкрив Коперник?*

А. Марс
Б. Сатурн
В. Уран
Г. Землю
Д. Плутон

3. *Північний полюс світу знаходиться:*

А. в Арктиці
Б. в Антарктиці
В. у сузір'ї Оріон
Г. у сузір'ї Велика Ведмедиця
Д. поблизу Полярної зорі

4. *«Світло від сузір'я Геркулес летить до нас 10 000 років», - стверджувалося в одній газетній статті. Чому це повідомлення викликає сумнів?*

А. сузір'я Геркулес знаходиться набагато ближче
Б. сузір'я Геркулес знаходиться набагато далі
В. зорі в сузір'ї Геркулес астрономи ще не виміряли
Г. зорі в сузір'ї геркулес знаходяться на різній відстані від Землі
Д. астрономи ще не навчилися вимірювати такі великі відстані

5. *У якому сузір'ї видно Сонце інопланетянинові, який живе на планеті, що обертається навколо зорі Альтаір?*

А. Єдиноріг
Б. Оріон
В. Мала Ведмедиця
Г. Велика Ведмедиця
Д. Ліра

6. Де протягом ночі видно більше зір: у Чернігові чи в Криму?

- А. у Чернігові навесні
- Б. у Криму взимку
- В. у Чернігові влітку
- Г. у Криму влітку
- Д. однаково

7. Чи однакова тривалість полярного дня і полярної ночі на полюсах Землі?

- А. однакова
- Б. полярний день на Північному полюсі більший від полярної ночі на тиждень
- В. полярний день на Південному полюсі більший на місяць
- Г. полярна ніч на Північному полюсі більша на місяць
- Д. на полюсах день і ніч тривають по 6 місяців

8. Чи може абсолютно чорне тіло бути білого кольору?

- А. Не може
- Б. може, якщо пофарбувати його білою фарбою
- В. може, якщо температура тіла наближується до абсолютного нуля
- Г. може, якщо температура тіла нижча ніж 0°C
- Д. може, якщо температура тіла вища ніж 6000 К

9. Чи можна десь на Землі планету Венера побачити опівночі?

- А. не можна
- Б. можна на екваторі
- В. можна на Північному полюсі
- Г. можна в тропіках
- Д. можна в Антарктиді

10. Як називається розташування планет в космічному просторі відносно Землі й Сонця?

- А. конфігурація
- Б. протистояння
- В. космогонія
- Г. піднесення
- Д. переміщення

II. Теоретичні задачі

1. (10 балів) У сузір'ї Оріона, на відстані 120 світлових років від нас, земні астрономи виявили зірку, за всіма параметрами аналогічну Сонцю. Цивілізація «сірих чоловічків», яка живе на одній з планет, що обертається довкола тієї зірки, також зацікавилася нашим Сонцем. Вимірювання паралакса нашого Сонця, зроблені астрономами тієї цивілізації (згідно з класичними правилами вимірювання паралакса), дали результат $0,039''$. Знайти тривалість року у «сірих чоловічків».

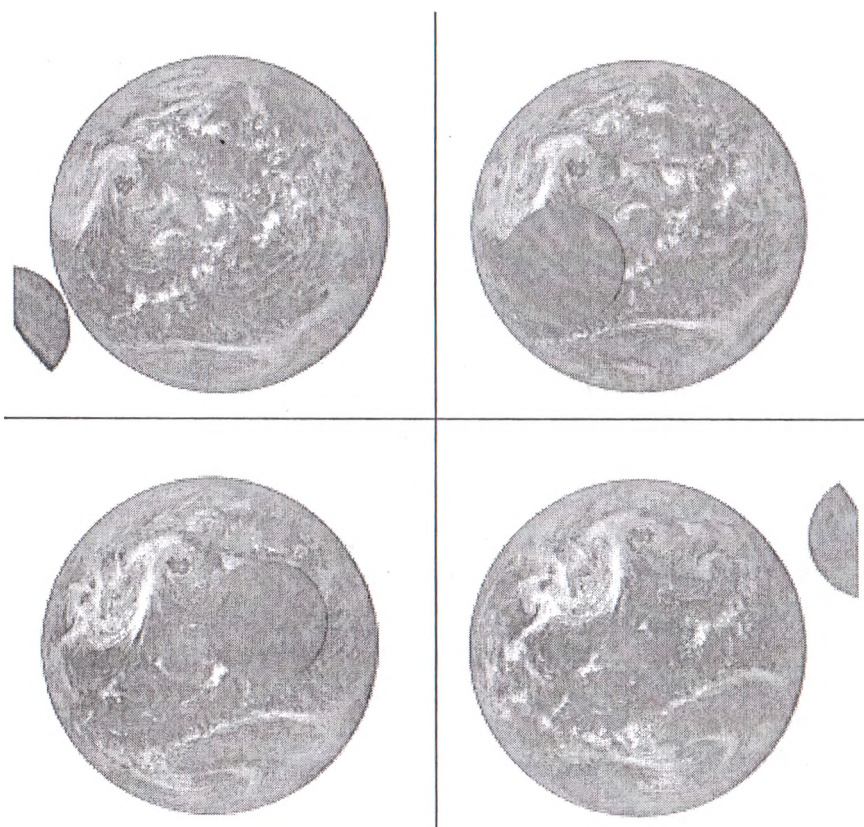
2. (10 балів) Абсолютною зоряною величиною планети називають її блиск для випадку, коли вона освітлюється Сонцем з відстані 1 а.о. та спостерігається спостерігачем також з відстані 1 а.о. при нульовому фазовому куті (спостерігач як би знаходиться в центрі Сонця). Оцініть абсолютну зоряну величину Місяця. Відомо: відстань від Землі до Місяця 384 000 км, видима зоряна величина Місяця в повний місяць $-12,7^m$.

3. (10 балів) Деяка зірка має координати $\alpha = 6$ годин, $\delta = +23,5^\circ$. Однак, як відомо, координати всіх зірок повільно змінюються через прецесії земної осі (вісь Землі описує конус за період близько 26 тисяч років). Які координати (α , δ) матиме ця зірка через 6500 років?

4. (5 балів) Визначте масу Сатурна (у масах Землі) шляхом порівняння системи «Сатурн - Титан» з системою «Земля - Місяць», якщо відомо, що супутник Сатурна Титан знаходиться від нього на відстані 1220 тис. км і обертається з періодом 16 діб. Відстань від Землі до Місяця 384 тис. км, а період його обертання 27,3 доби. Масами Місяця та Титана можна знехтувати порівнянні з масами планет.

III. Практичний тур (псевдоспостереження)

1. (11 балів) Вам дано знімки Землі з Місяцем, зроблені з космічного апарату. Оцініть відстань від Землі до апарату, з якого зроблені знімки. Намалуйте приблизне розташування Землі, Місяця, Сонця і апарату під час зйомки. Скільки часу пройшло між першим і останнім знімками? Вважайте, що апарат розташований досить далеко і від Землі, і від Місяця. Радіус Місяця приблизно дорівнює $1/4$ радіуса Землі, а відстань від Землі до Місяця дорівнює 60 земним радіусів.



10 клас

Астрономія II етап 2018-2019 н.р.

Відповіді на тестові питання:

1.Г	6.Б
2.Г	7.Б
3.Д	8.Д
4.Г	9.В;Д.
5.А	10.А

Теоретичні задачі

10 кл. №1

Для жителів Землі паралакс (річний) будь-якого об'єкта – це (за визначенням) кутовий розмір великої піввіссі земної орбіти (розташований перпендикулярно напрямку на об'єкт), який видно з цього об'єкта. Очевидно, що для «сірих чоловічків» паралакс Сонця – це кутовий розмір великої піввіссі орбіти їх планети, яка видна з Сонця. Тобто, $\pi = A/L$, де $\pi = 0,039''$ – паралакс Сонця, $L = 120$ св.років - відстань від зірки "сірих чоловічків" до Сонця, A – велика піввісь орбіти планети "сірих чоловічків". Тоді $A = \pi \cdot L$. Період обертання планети T можна визначити із III закону Кеплера. Враховуючи, що зірка «сірих чоловічків» за всіма параметрами – в тому числі й масі – аналогічна Сонцю, отримуємо:

$$T/T_3 = (A/A_3)^{3/2} = (\pi \cdot L/A_3)^{3/2},$$

де T_3 и A_3 - період обертання навколо Сонця та велика піввісь орбіти Землі. Вважаючи, що рік дорівнює періоду обертання планети навколо зірки отримуємо:

$$T = T_3 \times (\pi \cdot L/A_3)^{3/2} =$$

$$= 1 \text{ рік} \times (0,039''/206265'' \times 120 \text{ років} \times 365,25 \text{ діб/році} \times 86400 \text{ сек/добі} \times 3 \times 10^8 \text{ м/сек} / 1,496 \times 10^{11} \text{ м})^{3/2} = 1 \text{ рік} * 1,44^{3/2} \approx 1,72 \text{ року.}$$

10 кл. №2

Розрахунок можна провести за формулою Погсона, вважаючи що сума відстаней Сонце-Земля (r) и Земля-Місяць (R) практично рівна 1 а. е.. За формулою Погсона

$$m - M = -2.5 \lg(E_1/E_2) = -2.5 \cdot \lg(R/r)^2 = 5 \cdot \lg(r/R) = 5 \lg(0,00257) = -12,95^m \approx -13^m.$$

$$M = -12.7^m + 13^m = +0,3^m$$

10 кл. №3

Координати цієї зірки – це координати Сонця в точці літнього сонцестояння. Отже, зірка знаходиться на екліптиці. Площина екліптики не змінюється з часом, так що зірка завжди буде на екліптиці.

Точка весняного рівнодення, від якої відраховують α , здійснює обхід екліптики за 26000 років назустріч річному руху Сонця, тобто α всіх зірок зростає. Тому через чверть періоду прецесії (6500 лет) зірка буде мати $\alpha = 6 + 6 = 12$ годин. Точка на екліптиці з таким α – це точка осіннього рівнодення.

Відповідь: $\alpha = 12$ годин, $\delta = 0^\circ$.

10 кл. №4

Дано:

$$a = 1,22 \cdot 10^6 \text{ км}$$

$$T = 16 \text{ діб}$$

$$a_L = 0,384 \cdot 10^6 \text{ км}$$

$$T_L = 27,3 \text{ діб}$$

$$M_3 = 1$$

$$M_C = ?$$

Розв'язок:

$$\frac{T^2(M_C + m_T)}{T_L^2(M_3 + m_L)} = \frac{a^3}{a_L^3}$$

Нехтуючи масами

Титана та Місяця

$$\frac{T^2 M_C}{T_L^2 M_3} = \frac{a^3}{a_L^3}$$

$$M_C = \frac{a^3 T_L^2 M_3}{a_L^3 T^2}$$

$$M_C = \left(\frac{1,22 \cdot 10^6}{0,384 \cdot 10^6} \right)^3 \cdot \left(\frac{27,3}{16} \right)^2 \cdot M_3 = 93,4 M_3$$

Відповідь: $M_C = 93,4 M_3$.

Псевдоспостереження

Почнемо з малюнка, що описує взаємне розташування Землі, Місяця, Сонця і апарату. При розгляді фотографій видно, що весь диск Землі повністю освітлений. Трохи складніше помітити, що і диск Місяця також освітлений, причому на ньому видно деталі рельєфу (що, зважаючи на відсутність на Місяці вуличного освітлення і т.п., нічим іншим, крім сонячного світла, не пояснити). Отже, напрямок на Сонце із Землі (і з Місяця) збігається з напрямком на апарат, і всі чотири об'єкти знаходяться на одній прямій, причому Сонце - за апаратом. Отже, малюнок має виглядати орієнтовно так



Виміряємо розміри зображень Землі ρ_{\oplus} і Місяця ρ_{\lrcorner} на знімку. Так як ми в подальшому будемо використовувати відношення, то неважливо, що вимірювати: радіуси або діаметри (хоча діаметри, звичайно, вимірювати простіше) і в яких одиницях. Отримуємо відношення $\rho_{\oplus}/\rho_{\lrcorner} = 2.75$. Так як апарат знаходиться далеко від Землі і від Місяця, то їх видимі радіуси пропорційні їх істинним радіусів і обернено пропорційні відстані до них. Відстань від апарату до Землі r - шукане, а відстань від апарату до Місяця дорівнює $r - r_{\oplus\lrcorner}$, де $r_{\oplus\lrcorner}$ - відстань між Землею і Місяцем. Отже, можна записати наступні співвідношення

$$\rho_{\oplus} \propto \frac{R_{\oplus}}{r}$$

$$\rho_{\zeta} \propto \frac{R_{\zeta}}{r - r_{\oplus\zeta}},$$

, де R_{\oplus} и R_{ζ} - радіуси Землі і Місяця, відповідно.

Знайдемо відношення видимих радіусів

$$\frac{\rho_{\oplus}}{\rho_{\zeta}} = \frac{R_{\oplus}}{r} \cdot \frac{r - r_{\oplus\zeta}}{R_{\zeta}} = \frac{R_{\oplus}}{R_{\zeta}} - \frac{r_{\oplus\zeta}}{r} \cdot \frac{R_{\oplus}}{R_{\zeta}}, \quad \text{отже} \quad \frac{r_{\oplus\zeta}}{r} \cdot \frac{R_{\oplus}}{R_{\zeta}} = \frac{R_{\oplus}}{R_{\zeta}} - \frac{\rho_{\oplus}}{\rho_{\zeta}}$$

звідки маємо наступне
$$\frac{R_{\oplus}}{r} = \left(\frac{R_{\oplus}}{R_{\zeta}} - \frac{\rho_{\oplus}}{\rho_{\zeta}} \right) \cdot \frac{R_{\zeta}}{r_{\oplus\zeta}} = (4 - 2.75) \cdot \frac{1}{60 \cdot 4} \approx \frac{5}{1000}.$$

Зауважимо, що якщо ми перевернемо дріб, то знайдемо r в одиницях радіуса Землі, тобто в тих же одиницях, в яких нам дано величини в умови.

$$r \approx \frac{1000}{5} R_{\oplus} = 200 R_{\oplus}.$$

Таким чином,

В принципі, той, хто не пам'ятає величину радіуса Землі, може обмежитися відповіддю і в цій формі. Хто пам'ятає, легко отримає, що $r \approx 1.3$ млн. км.

Тепер оцінимо час. Як ми вже з'ясували, під час зйомки апарат знаходився від Місяця на відстані $(200 - 60) R_{\oplus} = 140 R_{\oplus}$ (або 0.9 млн. км). За час зйомки центр Місяця проходить кутову відстань, приблизно рівну видимому діаметру Землі з невеликою добавкою плюс видимий діаметр самого Місяця. Діаметр Землі на знімку становить 63 мм, відстань між краями дисків Землі та Місяця на першому знімку - 1 мм, а на останньому - 5 мм, діаметр самого Місяця - 23 мм, тому загальна відстань на знімках, яку проходить центр Місяця, складе $63 + 23 + 5 + 1 = 92$ мм.

Оскільки, як уже відомо, лінійні розміри на одній і тій же відстані пропорційні кутовим (якщо кути маленькі), то з цього відразу ж напрашується висновок, що за час зйомки Місяць пройшов відстань, рівну $92/23 = 4$ його діаметрам, що, як ми знаємо з умови, дорівнює діаметру Землі. Ми змушені вважати, що апарат нерухомий, так як ніяких відомостей про його рух у нас немає. Тоді швидкість проходження Місяця по диску Землі дорівнює швидкості його руху по орбіті: повний оберт за 27 діб. Довжина орбіти Місяця дорівнює: $2\pi r_{\oplus\zeta} = 2\pi \cdot 60 R_{\oplus}$.

Отже, шуканий час рівний:

$$t = \frac{2R_{\oplus}}{2\pi \cdot 60 R_{\oplus}} \cdot 27 = \frac{27}{60\pi} \approx \frac{1}{7} \text{ доби} \approx 3.4 \text{ години}$$

УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ І НАУКИ
ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛДЕРЖАДМІНІСТРАЦІЇ
Чернігівський обласний інститут післядипломної
педагогічної освіти ім.К.Д.Ушинського
II етап Всеукраїнської олімпіади з астрономії 11 клас 2018-2019 н.р.

Максимальна кількість балів - 51

I. Тестові завдання

(за кожен повну правильну відповідь зараховується 0,5 бала)

1. *Яке тіло знаходиться у центрі геоцентричної системи світу?*

А. Сонце Б. Юпітер В. Сатурн Г. Земля Д. Венера

2. *Яку планету відкрив Коперник?*

А. Марс
Б. Сатурн
В. Уран
Г. Землю
Д. Плутон

3. *Північний полюс світу знаходиться:*

А. в Арктиці
Б. в Антарктиці
В. у сузір'ї Оріон
Г. у сузір'ї Велика Ведмедиця
Д. поблизу Полярної зорі

4. *«Світло від сузір'я Геркулес летить до нас 10 000 років», - стверджувалося в одній газетній статті. Чому це повідомлення викликає сумнів?*

А. сузір'я Геркулес знаходиться набагато ближче
Б. сузір'я Геркулес знаходиться набагато далі
В. зорі в сузір'ї Геркулес астрономи ще не виміряли
Г. зорі в сузір'ї геркулес знаходяться на різній відстані від Землі
Д. астрономи ще не навчилися вимірювати такі великі відстані

5. *У якому сузір'ї видно Сонце інопланетянинові, який живе на планеті, що обертається навколо зорі Альтаїр?*

А. Єдиноріг
Б. Оріон
В. Мала Ведмедиця
Г. Велика Ведмедиця
Д. Ліра

6. Де протягом ночі видно більше зір: у Чернігові чи в Криму?

- А. у Чернігові навесні
- Б. у Криму взимку
- В. у Чернігові влітку
- Г. у Криму влітку
- Д. однаково

7. Чи однакова тривалість полярного дня і полярної ночі на полюсах Землі?

- А. однакова
- Б. полярний день на Північному полюсі більший від полярної ночі на тиждень
- В. полярний день на Південному полюсі більший на місяць
- Г. полярна ніч на Північному полюсі більша на місяць
- Д. на полюсах день і ніч тривають по 6 місяців

8. Чи може абсолютно чорне тіло бути білого кольору?

- А. Не може
- Б. може, якщо пофарбувати його білою фарбою
- В. може, якщо температура тіла наближується до абсолютного нуля
- Г. може, якщо температура тіла нижча ніж 0°C
- Д. може, якщо температура тіла вища ніж 6000 К

9. Чи можна десь на Землі планету Венера побачити опівночі?

- А. не можна
- Б. можна на екваторі
- В. можна на Північному полюсі
- Г. можна в тропіках
- Д. можна в Антарктиді

10. Як називається розташування планет в космічному просторі відносно Землі й Сонця?

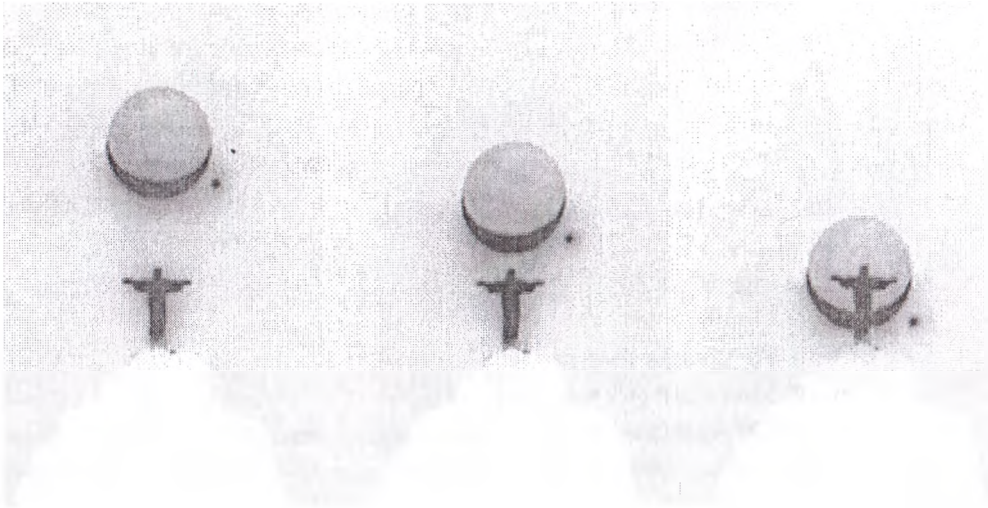
- А. конфігурація
- Б. протистояння
- В. космогонія
- Г. піднесення
- Д. переміщення

II. Теоретичні задачі

1. (10 балів) Деяка зірка має координати $\alpha = 6$ годин, $\delta = + 23,5^\circ$. Однак, як відомо, координати всіх зірок повільно змінюються через прецесії земної осі (вісь Землі описує конус за період близько 26 тисяч років). Які координати (α , δ) матиме ця зірка через 6500 років?
2. (10 балів) Округляючи видиму яскравість зірок до однієї зоряної величини, можна отримати, що на небі приблизно 250 зірок має 4-ю зоряну величину (в фотографічній області спектра), 700 зірок - п'яту, 1900 - шосту, 5300 - сьому і 14600 - восьму. Зірки який зоряної величини (з перерахованих) вносять найбільший внесок в сумарний світловий потік?
3. (10 балів) Для спостереження Полярної зірки телескоп спрямований таким чином, що Північний полюс світу знаходиться точно на краю поля зору, а Полярна зірка в своєму добовому русі проходить точно через центр поля зору. Годинниковий механізм зупинений. Оцініть тривалість часу, протягом якого Полярна зірка буде проходити через поле зору від одного його краю до іншого.
4. (5 балів) Який би був період обертання Юпітера відносно Сонця, якби маса Сонця була в 10 разів більше, ніж насправді? Вважати, що радіус орбіти Юпітера не змінюється і дорівнює 5.2 а.о.

III. Практичний тур (псевдоспостереження)

1. (11 балів) Перед вами серія негативних знімків, зроблених біля гори Корковаду (Ріо-де-Жанейро, Бразилія). Оцініть відстань до статуї Христа-Спасителя та проміжок часу між першим і останнім знімком. Висота статуї - 38 м; розмах рук - 28 м. Чим може бути об'єкт, видимий біля правого краю Місяця? Радіус Місяця приблизно дорівнює $1/4$ радіуса Землі, а відстань від Землі до Місяця дорівнює 60 земним радіусів.



11 клас

Астрономія II етап 2018-2019 н.р.

Відповіді на тестові питання:

- | | |
|-----|--------|
| 1.Г | 6.Б |
| 2.Г | 7.Б |
| 3.Д | 8.Д |
| 4.Г | 9.В;Д. |
| 5.А | 10.А |

Теоретичні задачі

№1

Координати цієї зірки - це координати Сонця в точці літнього сонцестояння. Отже, зірка знаходиться на екліптиці. Площина екліптики не змінюється з часом, так що зірка завжди буде на екліптиці. Точка весняного рівнодення, від якої відраховується α , здійснює обхід екліптики за 26000 років назустріч річного руху Сонця, тобто α всіх зірок росте. Тому через чверть періоду прецесії (6500 років) зірка матиме $\alpha = 6 + 6 = 12$ годин. Точка на екліптиці з таким α - це точка осіннього рівнодення.

Відповідь: $\alpha = 12$ годин, $\delta = 0^\circ$.

№2

Зірки цієї зоряної величини в 2,512 разів слабкіше попередньої. Але їх сумарний потік пропорційний повному числу зірок. Тому зірки, слабші на одну зоряну величину, давали б точно такий же світловий потік, якби їх було в 2,512 разів більше за кількістю. Насправді ми маємо, що:

Число зірок 5-ї зоряної величини більше ніж 4-ї в $700/250 = 2,80$ рази,

Число зірок 6-ї зоряної величини більше ніж 5-ї в $1900/700 = 2,71$ рази,

Число зірок 7-ї зоряної величини більше ніж 6-ї в $5300/1900 = 2,79$ рази,

Число зірок 8-ї зоряної величини більше ніж 7-ї в $14600/5300 = 2,75$ рази.

Оскільки всі відношення більше 2,512, внесок зірок кожної наступної зоряної величини (в межах даного інтервалу величин) зростає із збільшенням зоряної величини.

Відповідь: восьмої зоряної величини.

№3

З умови відомо, що радіус поля зору телескопа дорівнює відстані Полярної зірки від полюса світу (приблизно 44 кутові хвилини). Позначимо положення полюса світу точкою Р, центру поля зору - точкою О, точку появи Полярної зірки в полі зору - точкою С. Трикутник РОС - рівносторонній, кожна сторона якого дорівнює радіусу поля зору. Звідси кут СРО дорівнює 60° , або $1/6$ окружності. Значить, Полярна зірка переміщається по колу від С до О рівно $24: 6 = 4$ години, а повна тривалість її спостереження в полі зору - вдвічі більше.

Відповідь: 8 годин.

№4

Для розв'язання цієї задачі слід скористатись так званим «уточненим» III законом Кеплера:

$$\frac{P^2 M}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G}$$

де P - період обертання планети, a - радіус (або велика піввісь) її орбіти, M - маса Сонця, G - гравітаційна стала.

Звідки отримуємо

$$P = \sqrt{\frac{4\pi^2 a^3}{GM}}$$

отже, при незмінному радіусі орбіти P обернено пропорційний кореню $\sqrt{}$. Таким чином шуканий період був би в $\sqrt{10}$ разів менше, чим є насправді.

Дійсний період обертання Юпітера можна визначити з «простого» III закону Кеплера, порівнявши орбіту Юпітера з орбітою Землі:

$$\frac{P^2}{P_{\oplus}^2} = \frac{a^3}{a_{\oplus}^3},$$

де $P_{\oplus} = 1$ рік - період обертання Землі, а $a_{\oplus} = 1$ а.е. - радіус її орбіти. Звідки $P = \sqrt{a^3} = \sqrt{5.2^3} \approx 12$ років. Отримуємо, що шуканий період був би рівний $\frac{12}{\sqrt{10}} \approx 4$ роки

Псевдоспостереження

Очевидно, що фотограф розташовується далеко і від статуї, і від Місяця (в порівнянні з їх видимими розмірами). Тоді можна вважати, що видимі розміри як Місяця, так і статуї пропорційні їх істинним розмірам і обернено пропорційні відстані до них.

За розмір статуї візьмемо розмах її рук, так як виміряти його простіше, ніж висоту статуї, а результат вийде точніше. Позначимо ρ_C - видимої довжину розмаху рук статуї, $l_C = 28$ м - його справжню довжину, r_C - шукана відстань до статуї, ρ_{ζ} - видимий діаметр Місяця, D_{ζ} - істинний діаметр Місяця і r_{ζ} - відстань від фотографа до Місяця.

Тоді можна записати, що

$$\frac{\rho_{\zeta}}{\rho_C} = \frac{D_{\zeta}}{l_C} \cdot \frac{r_C}{r_{\zeta}},$$

Звідки виразимо шукану відстань:

$$r_C = \frac{\rho_{\zeta}}{\rho_C} \cdot \frac{l_C}{D_{\zeta}} \cdot r_{\zeta}$$

Залишається підставити числа. Так як у формулі фігурують відношення, то неважливо, в яких одиницях вимірювати потрібні величини. Головне, щоб в чисельнику і знаменнику кожного відношення стояли величини, виміряні в однакових одиницях. Наприклад, видимі розміри статуї і Місяця на малюнку зручно вимірювати в міліметрах. Справжні розміри Місяця доведеться взяти в метрах, так як розміри статуї нам дано в метрах. Відстань від Місяця до фотографа можна вважати рівною відстані від Землі до Місяця і взяти її в кілометрах.

Тоді і відстань до статуї вийде в кілометрах, що є природним, тому що, очевидно, що статуя розташовується досить далеко від фотографа. Однак, розміри Місяця нам дано не в метрах, а відстань до неї не в кілометрах. Звичайно, якщо пам'ятати радіус Землі, то і те, і інше можна перевести в метри та кілометри. Проте значно краще, користуючись властивостями множення і ділення, спростити обчислення. Перепишемо отриману нами вище формулу в наступному вигляді:

$$r_C = \frac{\rho_{\zeta}}{\rho_C} \cdot \frac{r_{\zeta}}{D_{\zeta}} \cdot l_C$$

Тепер видно, що ми можемо вимірювати в однакових одиницях відстань до Місяця і його діаметр, як нам і дано в умові (головне, не забути, що діаметр - це 2 радіуса), а шукану відстань отримаємо в одиницях вимірювання розміру статуї, тобто в метрах, що нас цілком задовольнить.

Підставимо числа. Вимірювання з фотографії дають, що

$$\rho_{\zeta} \approx 13 \text{ мм, а } \rho_C \approx 9 \text{ мм.}$$

Тоді

$$r_C = \frac{13}{9} \cdot \frac{60}{2/4} \cdot 28 \approx 5000 \text{ м} = 5 \text{ км.}$$

Тепер оцінимо час. Видно, що Місяць сідає практично вертикально, що приблизно і має бути в тропічних широтах (Ріо-де-Жанейро лежить майже точно на південному тропіку). Провівши на знімку дві паралельні лінії: одну через центр диска Місяця на першому знімку, іншу - на останньому, можна виміряти відстань, яке за час, що минув між першим і останнім знімками пройшов центру диска Місяця. Воно виявляється практично рівним мабуть діаметру диска Місяця. Кутовий діаметр диска Місяця на небі Землі становить приблизно $0^{\circ}.5 = 30'$. Оцінимо швидкість (кутову) руху Місяця по небу. Основний рух Місяця - це рух разом з усім небом внаслідок обертання Землі навколо своєї осі. В принципі, Місяць ще й рухається навколо Землі по орбіті, що також призводить до переміщення його по небу. Але, так як повний оберт він робить приблизно за 27 діб, то швидкість цього руху приблизно в 27 разів менше, ніж швидкість, пов'язана з обертанням Землі, так що власним рухом Місяця при оцінці часу ми можемо знехтувати. Земля робить повний оберт в 360° за 24 години (тут ми знову зневажаємо малою різницею між так званими сонячною добою і істинним періодом обертання Землі). Тоді за 1 годину Земля повернеться на 15° , а за 1 хвилину - на $15'$. Отже, шуканий час дорівнює приблизно 2 хвилинам.

Взаємне розташування Місяця і яскравої точки справа за шуканий час не змінилося. Значить, ця точка - також небесний об'єкт, причому розташований досить далеко, тобто не є штучним супутником Землі. При цьому вона яскрава, так як на фотографії вийшла у вигляді кружечка помітного розміру. З найбільш яскравими зірками земного неба Місяць ніколи на небі поруч не буває. Так що, мабуть, це якась планета. Меркурій, а також Сатурн з більш далекими планетами ніколи не бувають дуже яскравими, так що їх можна відразу виключити. Якби в такому положенні опинився Марс, то це означало б, що він розташований на небі досить близько до Сонця, так як Місяць близький до молодика. Тоді Марс на орбіті був би розташований по іншу сторону від Сонця щодо Землі, і, отже, порівняно далеко від неї. В такому випадку Марс виявиться досить слабким і, отже, його теж можна виключити. Залишаються Венера і Юпітер, які завжди досить яскраві. Зробити остаточний вибір між ними по цій фотографії не можна (хоча насправді відомо, що це Венера).