

XXII Международная астрономическая олимпиада
XXII International Astronomy Olympiad

Китай, Вэйхай

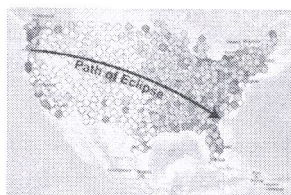
27.X. – 04.XI. 2017

Weihai, China

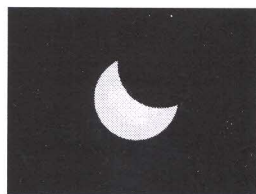
Язык	<u>Русский</u>
language	

сделанные болгарско-российской группой наблюдателей, находившихся в штате Орегон, через который тень от Луны пробежала, как показано на рис.α4. (см. отдельный лист). Под фотографиями указано местное время (UT –07) каждого снимка. Используя приведённые данные и произведя вычисления, оцените:

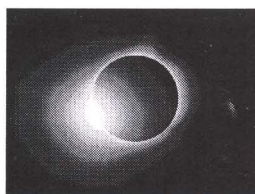
- 4.1. на какой высоте h находилось Солнце в Орегоне во время полной фазы затмения;
- 4.2. время t (в секундах) между положениями тени 1 и 2, показанными на схеме α4.



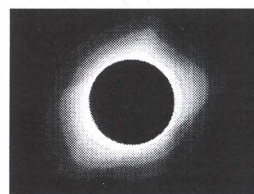
21.08.2017 г.



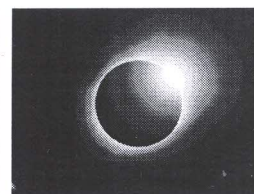
09:44:42



10:20:03



10:20:17



10:22:14

5. **Галактика Водоворот.** Объект Мессье M51 состоит из большой галактики NGC 5194 ($\alpha = 13^{\text{h}}29^{\text{m}}56^{\text{s}}$, $\delta = +47^{\circ}13'50''$), на конце одного из рукавов которой находится галактика-компаньон NGC 5195. Наблюдения этой галактики были проведены на 1-метровом телескопе обсерватории Вэйхай (WHO) 25 декабря 2014 года. Изображение в фильтре V показано на рис.α5. (см. отдельный лист), рамка обозначает границу поля зрения снимка, сделанного телескопом (фокусное расстояние 8 метров) на ПЗС-матрице (2048 × 2048, размер пиксела 13,5 мкм × 13,5 мкм).

5.1. Найдите пекинское время (UTC+08, запишите ответ в 24-часовом формате чч:мм) верхней кульминации NGC 5194 в обсерватории Вэйхай на дату наблюдения, запишите ответ в виде « $T_c = \dots$ ».

5.2. Оцените угловой размер (в диаметре) NGC 5194 (в единицах дуги минуты, запишите ответ в виде « $\beta = \dots$ »).

5.3. По размеру галактика NGC 5194 примерно вдвое меньше галактики Млечный путь. Оцените расстояние до M51 (в Мпк, запишите ответ в виде « $L = \dots$ »).

5.4. Определите морфологический тип галактики NGC 5194 (“эллиптическая – elliptical”, “спиральная – spiral”, “спиральная с перемычкой – barred spiral”, “неправильная – irregular”)? Запишите ответ по-английски языке в форме «Type = ...».

XXII Международная астрономическая олимпиада
XXII International Astronomy Olympiad

Китай, Вэйхай

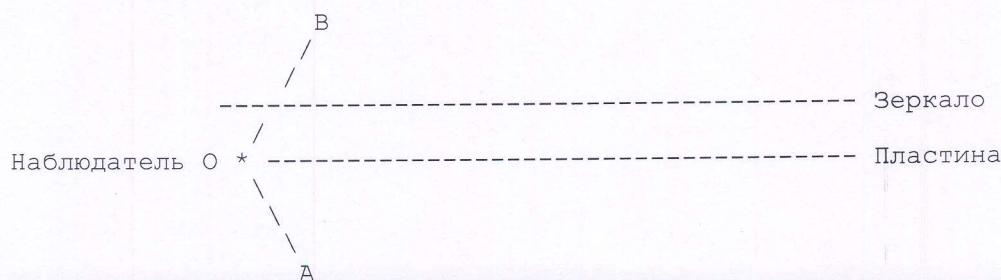
27.X. – 04.XI. 2017

Weihai, China

Язык	Русский
language	

Задачи теоретического тура

- 1. Двойная звезда.** Двойная звезда состоит из компонент, по всем физическим характеристикам совпадающих с α Центавра А и α Центавра В, которые движутся по круговым орбитам вокруг общего центра масс. При наблюдении с Земли угловое расстояние между ними изменяется от $0,17''$ до $2,2''$ с периодом $\tau = 39,6$ лет. Найдите видимую звёздную величину каждой из компонент, а также их суммарную звёздную величину.
- 2. Внеземной саммит.** Внеземной Медведь и Внеземной Пингвин, живущие в разных планетных системах нашей Галактики, прилетели на саммит, проходящий на Межцивилизационной космической станции (МКС) где-то в глубинах космоса, откуда ни одна звезда не видна ярче 1^m . Однако оказалось, что обе звезды, из планетных систем которых прилетели Медведь и Пингвин, видны невооружённым глазом (считайте, что чувствительность сетчатки глаз этих внеземных животных такая же, как у людей), а угловое расстояние между ними равно β ($30^\circ < \beta < 90^\circ$).
 - 2.1.** Найдите максимальное и минимальное возможное линейное расстояние между родными звёздами Медведя и Пингвина. Ответы дайте в численном виде, а если это невозможно, то в виде функции зависимости от угла β . Считайте, что планетные системы возможны у звёзд главной последовательности спектральных классов от А до М.
 - 2.2.** Сопроводите решение художественным рисунком Внеземного Медведя и Внеземного Пингвина (и, возможно, других внеземных животных) на МКС.
- 3. Зеркало и пластина.** Оптическая система, состоит из плоского зеркала (отражает все 100% света) и плоской пластины, пропускающей $K\%$ света и отражающей остальные $(100-K)\%$ (эта характеристика одинакова для света, падающего с обеих сторон). Зеркало и пластина параллельны и бесконечны в правую сторону. Наблюдатель находится в точке О (помеченной как *) и в направлении «А» (в некотором конусе вокруг этого направления) видит звезду величины 2^m . Звезду какой величины (или звёзды каких величин) наблюдатель будет видеть (если вообще увидит) в направлении «В» (в некотором конусе вокруг этого направления), которое симметрично к направлению «А»? Дайте численный ответ для $K = 50\%$ и $K = 5\%$ для каждой такой звезды (если таковые видны) или объясните, почему ни одной звезды не видно.





XXII Международная астрономическая олимпиада
XXII International Astronomy Olympiad

Китай, Вэйхай

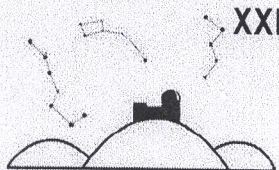
27.X. – 04.XI. 2017

Weihai, China

Язык	<i>Русский</i>
language	

Задачи практического тура

6. Прохождение экзопланеты. Прохождение экзопланеты TrES-3b по диску звезды TrES-3 наблюдалось на 1-метровом телескопе обсерватории Вэйхай (WHO) 16 апреля 2009 г. с использованием широкополосного фильтра V и ПЗС-матрицы. Часть фотометрических данных приведена в таблице 6 (см. на отдельном листе), время дано в юлианских днях, m_V – звёздная величина в полосе V.
- 6.1. Постройте кривую блеска (зависимость звёздной величины от времени) при прохождении, определите момент середины прохождения (в юлианских днях), результат запишите в виде « $T_{mid} = \dots$ », оцените продолжительность прохождения (в днях) в виде « $T_d = \dots$ », определите, максимальное изменение звёздной величины при прохождении, ответ запишите в виде « $D = \dots$ ».
- 6.2. Выведите формулу и вычислите радиус R_p экзопланеты TrES-3b (в радиусах Юпитера $R_{Jupiter}$, ответ запишите в виде « $R_p = \dots$ »). Известно, что радиус звезды TrES-3 составляет 0,813 радиуса Солнца, $R_s = 0,813 R_{sun}$.
- 6.3. Приблизительно оцените угол i (в градусах ($^\circ$)) между осью орбитального движения этой планеты и лучом зрения наблюдателя. Ответ запишите в виде « $i \approx \dots$ ».
- 6.4. После данного прохождения в следующий раз середина подобного прохождения наблюдалась в юлианский день $JD = 2454939,578$. Известно, что масса звезды TrES-3 составляет 0,924 массы Солнца, $M_s = 0,924 M_{sun}$. Рассчитайте орбитальный период TrES-3b (в днях, ответ запишите в виде « $P = \dots$ ») и значение большой полуоси орбиты (в а.е., ответ запишите в виде « $a = \dots$ »).



XXII Международная астрономическая олимпиада
XXII International Astronomy Olympiad

Китай, Вэйхай

27.X. – 04.XI. 2017

Weihai, China

ЯЗЫК
language

Русский

Задачи практического тура

7. Экстинкция в земной атмосфере.

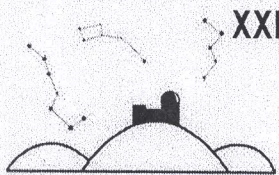
Англоязычный термин «extinction» используется в астрономии для описания ослабления света вследствие его поглощения и/или рассеяния. В русскоязычной литературе этот термин не столь распространён, как правило, он употребляется лишь в тех случаях, когда неудобно использовать слово «ослабление» и при этом невозможно отделить эффекты поглощения от эффектов рассеяния.

Звезда с координатами $\alpha = 22^{\text{h}}02^{\text{m}}40^{\text{s}}$, $\delta = +42^{\circ}14'41''$ наблюдалась на различных зенитных расстояниях 26 октября 2017 г. (после её верхней кульминации в 11:34:20 UT), в обсерватории Вэйхай (WHO) Шандунского университета. Астрономы используют параметр $F(z)$, «воздушная масса», как характеристику ослабления. Для зенитных расстояний $z < 60^{\circ}$ можно применять формулу $F(z) \approx 1/\cos(z)$. Уравнение атмосферного поглощения можно записать как $m_v = m_0 + K \cdot F(z)$, где m_0 – внеатмосферная звёздная величина объекта, K – коэффициент атмосферного поглощения. В таблице 7 (см. на отдельном листе) представлено время наблюдений (UT, в часах) и измеренная звёздная величина звезды m_v .

- 7.1. Нарисуйте в тетради таблицу, аналогичную той, которая приведена ниже как пример. Вычислите зенитные расстояния z в градусах ($^{\circ}$) для времён наблюдений, данных в первом столбце, результат запишите в ячейки второго столбца. Вычислите воздушную массу ($F(z)$) для этих зенитных расстояний, результат запишите в ячейки третьего столбца.

UT_obs (час)	z ($^{\circ}$)	$F(z)$
12.49484		

- 7.2. Постройте график, на который нанесите точки зависимости звёздной величины (m_v) от воздушной массы ($F(z)$). Проведите прямую пунктирную линию на построенном графике для того, чтобы показать линейную зависимость m_v от $F(z)$.
- 7.3. Оцените графическим методом коэффициент атмосферного ослабления (K) и внеатмосферную звёздную величину этой звезды (m_0), результаты запишите в виде « $K = \dots$ », « $m_0 = \dots$ ».
- 7.4. Определите, какую звёздную величину (m_z) имела бы эта звезда, если её наблюдать в зените, результат запишите в виде « $m_z = \dots$ ».



XXII Международная астрономическая олимпиада
XXII International Astronomy Olympiad

Китай, Вэйхай

27.X. – 04.XI. 2017

Weihai, China

Язык
language **Русский**

Задачи практического тура

7. Спектральные наблюдения взаимодействующей галактики.

Спектры низкого разрешения 15 различных областей взаимодействующей галактики **Arg 86** были получены на многообъектном спектрографе (MOS) 2,16-метрового телескопа наблюдательной станции Синлун под Пекином (входит в состав Национальных астрономических обсерваторий Китая). Данные проанализированы Чжоу и др. (2014, PAA, 14, 1393). Измеренные потоки эмиссионных линий [OIII], Hβ, [NII], Hα представлены в таблице 7 (см. на отдельном листе). Потоки даны в единицах 10^{-16} эрг/с/см².

7.1. Постройте график, на который нанесите точки зависимости $\log_{10}([\text{OIII}]/\text{H}\beta)$ от $\log_{10}([\text{NII}]/\text{H}\alpha)$ для этих областей галактики.

7.2. Проведите на графике пунктирную кривую, соответствующую функции:

$$\log_{10}([\text{OIII}]/\text{H}\beta) = 1,3 + 0,61/(\{\log_{10}([\text{NII}]/\text{H}\alpha) - 0,05\}),$$

предложенной Кауфманом и соавт. (2003, MNRAS, 346, 1055). Если точка для области на диаграмме находится выше этой кривой, область может быть классифицирована как "AGN" (активное ядро галактики). Определите, какие области можно классифицировать как "AGN", ответ запишите в виде «AGN = "ID области" ...». ("ID области" даны в первом столбце таблицы 7).

7.3. Нарисуйте в тетради таблицу, аналогичную той, которая приведена ниже как пример. Вычислите угловые расстояния (в угловых секундах) между каждой областью и центром галактики ($\alpha = 23^{\text{h}}47^{\text{m}}04.8^{\text{s}}$, $\delta = +29^{\circ}29'00.6''$). Рассчитайте светимость линии Hα ($L(\text{H}\alpha)$) для каждой области (в единицах эрг/с), затем оцените темпы звездообразования (SFR) для каждой области, используя формулу

$$\text{SFR} (M_{\odot}/\text{год}) = 7,9 \times 10^{-42} [L(\text{H}\alpha)] \text{ (эрг/с)}.$$

Рассчитайте металличность (этим термином обозначается величина $\log_{10}(\text{O}/\text{H})$, характеризующая распространённость кислорода) межзвездной среды (ISM) для каждой области, пользуясь формулой:

$$12 + \log_{10}(\text{O}/\text{H}) = 8,9 + 0,57 \times \log_{10}([\text{NII}]/\text{H}\alpha).$$

Красное смещение **Arg 86** равно 0,016.

ID области	Угловое расстояние до центра (угл.сек.)	$L(\text{H}\alpha)$ (эрг/с)	SFR ($M_{\odot}/\text{год}$)	$\log_{10}(\text{O}/\text{H})$
1				
2				

7.4. Постройте график распределения $\log_{10}(\text{O}/\text{H})$ в этой галактике. На график нанесите точки зависимости $\log_{10}(\text{O}/\text{H})$ от β , где β – это угловое расстояние до центра в угловых секундах.

7.5. На построенном графике распространённости кислорода ($\log_{10}(\text{O}/\text{H})$) проведите прямую пунктирную линию, показывающую характер её зависимости от расстояния до центра галактики. Если имеет место линейная зависимость между $\log_{10}(\text{O}/\text{H})$ от β , то есть $\log_{10}(\text{O}/\text{H}) = A + B \times \beta$, то графическим методом найдите величину B, ответ запишите в виде «B = ...».