

ИНСТРУКЦИЯ
для участника Муниципального этапа
Всероссийской олимпиады школьников по астрономии 2019-2020 учебного года
Дорогой друг!

Прежде чем начать решать задания Регионального этапа Всероссийской олимпиады по астрономии 2019 года, ознакомьтесь с правилами его проведения.

Вам будет вручен листок с условиями заданий олимпиады. Убедитесь, что это будут задания для того класса, в котором Вы учитесь. Задания для всех участников напечатаны на двух страницах. Количество заданий – 6, на их решение Вам будет отведено 4 часа. Время отсчитывается от момента выдачи листка с заданиями.

Кроме этого, Вам должны выдать листы со справочной информацией, разрешенной к использованию на олимпиаде. Помните, что это – единственный источник, которым Вы можете пользоваться в течение олимпиады, использование любых других источников – нарушение правил олимпиады, за которое Вы можете быть исключены из состава ее участников. Вы также не можете пользоваться переносными компьютерами, программируемыми калькуляторами и мобильными телефонами (в любых функциях) во время олимпиады. Настоятельно рекомендуем Вам отключить их до окончания олимпиады.

При этом Вы имеете право пользоваться непрограммируемым калькулятором, любыми канцелярскими принадлежностями (как своими, так и выданными оргкомитетом олимпиады). Вы можете в любое время принимать продукты питания, но при этом старайтесь не отвлекать, не мешать и уважать труд Ваших друзей, находящихся рядом.

Если у Вас возник вопрос по условиям заданий или правилам проведения олимпиады, не задавайте его вслух, а просто поднимите руку. К Вам подойдет сотрудник оргкомитета, а при надобности он пригласит члена жюри, который ответит на Ваш вопрос.

Вы можете временно покинуть аудиторию, при этом Вы должны отдать свою рабочую тетрадь сотруднику оргкомитета, находящемуся в аудитории. Он вернет ее Вам, когда Вы вернетесь в аудиторию и продолжите работу. Одновременный выход из аудитории двух или более участников олимпиады не допускается.

Во время олимпиады все записи (в том числе черновые) Вы можете делать только в тетрадь, выданную Вам оргкомитетом. Делать записи на какую-либо другую бумагу запрещается. На бланке напишите свою фамилию, имя и отчество, класс и номер школы, район, город или иной населенный пункт, где находится Ваша школа.

Оставьте несколько последних страниц тетради для черновых записей, подписав их словом «Черновик».

Если выданной Вам тетради недостаточно для записей, поднимите руку. Вам выдадут еще одну тетрадь.

В задании №1 Вам нужно выбрать один верный ответ на поставленные вопросы. При решении остальных задач помните, что жюри обращает внимание, прежде всего, не на ответ, а на структуру решения, обоснованность и связанность законов и фактов, которые Вы используете. Старайтесь писать полные и подробные решения, но не добавляйте в них лишнюю информацию, не относящуюся к теме задания. Записи и рисунки делайте аккуратно, чтобы Ваш ход мысли был легко понять. Получив ответ, постарайтесь проверить его известными Вам способами, чтобы исключить возможность случайных ошибок.

Если Вы закончили решения раньше срока, не спешите покидать аудиторию. Используйте оставшееся время, чтобы еще раз просмотреть и проверить все Ваши решения. Наверняка, в них будет то, что можно улучшить, идеальных работ на олимпиаде практически не бывает.

От всей души желаем Вам успеха на олимпиаде!

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии
2019-2020 учебный год
11 класс
Максимальный балл – 60**

Задание 1. Выберите верный ответ.

1. Звезды с массой, равной 50 массам Солнца в процессе эволюции проходят этапы

- 1) протозвезда – белый карлик – звезда главной последовательности – красный сверхгигант
- 2) протозвезда – звезда главной последовательности – красный сверхгигант – сверхновая звезда
- 3) протозвезда – планетарная туманность – красный сверхгигант – белый карлик
- 4) протозвезда – звезда главной последовательности – сверхновая звезда – белый карлик

2. Что представляет собой темная полоса, идущая вдоль диска спиральной галактики «Сомбреро» M104



- 1) скопление холодных звезд поздних спектральных классов
- 2) места, в которых много планетарных туманностей
- 3) непрозрачный слой межзвездной среды: межзвездной пыли и газа
- 4) скопление водородных облаков

3. Некоторая звезда вдвое больше и вдвое горячее Солнца. Во сколько раз ее светимость превышает солнечную?

- | | |
|--------------|-------------|
| 1) В 78 раз | 3) В 58 раз |
| 2) В 64 раза | 4) В 98 раз |

4. Почему в качестве стандартных свечей для определения расстояний предпочитают использовать переменные звёзды?

- 1) Они дальше видны
- 2) Таких объектов очень много
- 3) Они имеются среди звёзд разного возраста
- 4) Их периоды переменности легко определяются

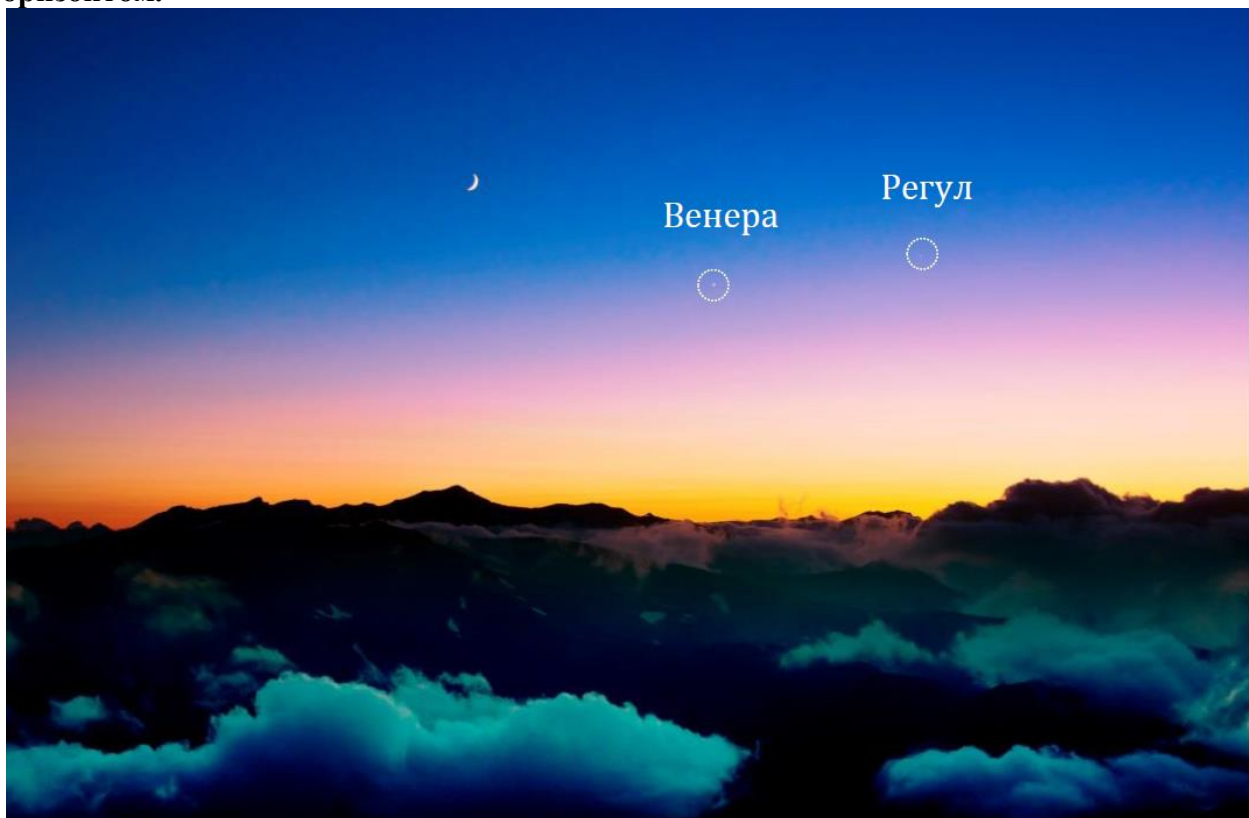
5. Космологическая сингулярность - это

- 1) вселенная в прошлом, с бесконечно малыми размерами и бесконечно высокой плотностью
- 2) структурное соответствие объектов
- 3) критическое состояние Вселенной, скачкообразный переход в новое упорядоченное состояние
- 4) асимметрия космических объектов
- 5) состояние Вселенной в прошлом, которое характеризуется бесконечно малыми размерами

6. Гелиоцентрическая система объясняет петлеобразное движение планет

- 1) различием скоростей движения Земли и планеты по орбитам
- 2) суточным вращением Земли
- 3) сочетанием движения Солнца и движения планет вокруг Солнца
- 4) изменением скорости движения планеты по орбите
- 5) взаимным притяжением планет

7. На фотографии, сделанной 19 июля 2015 года на вершине горы Пастухова показано положение Луны и Венеры сразу после того, как край Солнца скрылся за горизонтом.



Назовите конфигурацию планеты

- | | |
|----------------------|------------------------|
| 1) квадратура | 3) восточная элонгация |
| 2) нижнее соединение | 4) западная элонгация |

8. Распределение энергии в спектре реликтового излучения соответствует температуре

- | | |
|----------|----------|
| 1) 2,8 К | 3) 4,0 К |
| 2) 50 К | 4) 273 К |

9. Проницающая способность бинокля с диаметром объектива 60 мм равна

- | | |
|----------------|---------------|
| 1) $m = 10^m$ | 3) $m = 11^m$ |
| 2) $m = 9,5^m$ | 4) $m = 12^m$ |

10. Расположение солнечных слоев, начиная с внешнего, имеет следующий порядок

- 1) корона, хромосфера, ядро, фотосфера, конвективная зона
- 2) фотосфера, корона, хромосфера, конвективная зона, ядро
- 3) корона, фотосфера, хромосфера, ядро, конвективная зона
- 4) корона, хромосфера, фотосфера, конвективная зона, ядро
- 5) фотосфера, конвективная зона, корона, хромосфера, ядро

Задание 2. В исламском лунном календаре год состоит из 12 лунных месяцев, половина из которых состоит из 29 дней, половина – из 30 дней. За 30 лет в календарь вставляется 11 високосных дней. Определить, за какой промежуток времени в лунном календаре набегит лишний год по сравнению с григорианским календарем.

Задание 3. Тесная двойная система состоит из двух одинаковых компонент, похожих на Солнце. Планета обращается вокруг центра масс этой пары по орбите, близкой к круговой. Плоскость орбиты планеты перпендикулярна плоскости орбит звезд, а температурные условия на этой планете практически неотличимы от земных. Найдите продолжительность года на планете.

Задание 4. Звезда Сириус наблюдалась в верхней кульминации в двух пунктах (одни из которых находится на экваторе) с разницей в 2 часа. При этом ее высота над горизонтом составляла 73° и 78° . Оцените расстояние между пунктами, в которых проводились наблюдения.

Задание 5. Оцените, сколько звезд таких как Канопус (α Киля – вторая по яркости звезда ночного неба, звездная величина $m = -1^m$) нужно собрать вместе, чтобы они светили так же ярко, как полная Луна (звездная величина $m_{\text{л}} = -12.7^m$)?

Задание 6. В 1917 году Ричи и Кертис обнаружили в спиральном объекте NGC 224 (M31) появляющиеся и через несколько дней исчезающие яркие точки. Предположив, что это новые звезды в максимуме блеска и измерив видимую звездную величину этих звезд в максимуме блеска Ричи и Кертис вычислили расстояние до них. Оно оказалось приблизительно равным 460 тысячам парсек, что в пятнадцать раз больше диаметра Галактики.

Определите светимость этого спирального объекта, если его можно наблюдать в виде туманного пятнышка видимым блеском $+4,3^m$.

О каком объекте идет речь в задаче? Каково расстояние до него по современным оценкам?

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
Скорость света в вакууме $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Постоянная Стефана-Больцмана $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$
Астрономическая единица $1 \text{ а.е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Парсек $1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

Данные о Солнце

Светимость $3.88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$
Спектральный класс G2
Видимая звездная величина -26.78^{m}
Абсолютная болометрическая звездная величина $+4.72^{\text{m}}$
Показатель цвета (B–V) $+0.67^{\text{m}}$
Температура поверхности около 6000K
Средний горизонтальный параллакс $8.794''$

Данные о Земле

Эксцентриситет орбиты 0.017
Тропический год 365.24219 суток
Средняя орбитальная скорость 29.8 км/с
Период вращения 23 часа 56 минут 04 секунды
Наклон экватора к эклиптике на эпоху 2000 года: $23^\circ 26' 21.45''$
Экваториальный радиус 6378.14 км
Полярный радиус 6356.77 км
Масса $5.974 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
Средняя плотность $5.52 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$

Данные о Луне

Среднее расстояние от Земли 384400 км
Минимальное расстояние от Земли 356410 км
Максимальное расстояние от Земли 406700 км
Эксцентриситет орбиты 0.055
Наклон плоскости орбиты к эклиптике $5^\circ 09'$
Сидерический (звездный) период обращения 27.321662 суток
Синодический период обращения 29.530589 суток
Радиус 1738 км
Масса $7.348 \cdot 10^{22} \text{ кг}$ или 1/81.3 массы Земли
Средняя плотность $3.34 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$
Визуальное геометрическое альbedo 0.12
Видимая звездная величина в полнолуние -12.7^{m}

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНЕТ

Планета	Масса		Радиус		Плотность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Геометр. альбедо	Видимая звездная величина**
	кг	массы Земли	км	радиусы Земли	г·см ⁻³		градусы		<i>m</i>
Меркурий	$3.302 \cdot 10^{23}$	0.05271	2439.7	0.3825	5.42	58.646 сут	0.00	0.10	-0.1
Венера	$4.869 \cdot 10^{24}$	0.81476	6051.8	0.9488	5.20	243.019 сут*	177.36	0.65	-4.4
Земля	$5.974 \cdot 10^{24}$	1.00000	6378.1	1.0000	5.52	23.934 час	23.45	0.37	—
Марс	$6.419 \cdot 10^{23}$	0.10745	3397.2	0.5326	3.93	24.623 час	25.19	0.15	-2.9
Юпитер	$1.899 \cdot 10^{27}$	317.94	71492	11.209	1.33	9.924 час	3.13	0.52	-2.9
Сатурн	$5.685 \cdot 10^{26}$	95.181	60268	9.4494	0.69	10.656 час	25.33	0.47	-0.5
Уран	$8.683 \cdot 10^{25}$	14.535	25559	4.0073	1.32	17.24 час*	97.86	0.51	5.7
Нептун	$1.024 \cdot 10^{26}$	17.135	24746	3.8799	1.64	16.11 час	28.31	0.41	7.8

* — обратное вращение.

** — для наибольшей элонгации Меркурия и Венеры и наиболее близкого противостояния внешних планет.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРБИТ ПЛАНЕТ

Планета	Большая полуось		Эксцентриситет	Наклон к плоскости эклиптики	Период обращения	Синодический период
	млн. км	а. е.				
Меркурий	57.9	0.3871	0.2056	7.004	87.97 сут	115.9
Венера	108.2	0.7233	0.0068	3.394	224.70 сут	583.9
Земля	149.6	1.0000	0.0167	0.000	365.26 сут	—
Марс	227.9	1.5237	0.0934	1.850	686.98 сут	780.0
Юпитер	778.3	5.2028	0.0483	1.308	11.862 лет	398.9
Сатурн	1429.4	9.5388	0.0560	2.488	29.458 лет	378.1
Уран	2871.0	19.1914	0.0461	0.774	84.01 лет	369.7
Нептун	4504.3	30.0611	0.0097	1.774	164.79 лет	367.5