

**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  
10 класс  
Максимальный балл – 60**

**Задание 1.** Выберите верный ответ.

**1. Электромагнитное излучение с длиной волны 550 нм в вакууме – это**

- |                           |                               |
|---------------------------|-------------------------------|
| 1) радиоволны             | 3) видимый свет               |
| 2) инфракрасное излучение | 4) ультрафиолетовое излучение |

**2. Определите звёздное время в момент нижней кульминации Спика ( $\alpha$  Девы) (прямое восхождение  $\alpha = 5^{\text{h}}10^{\text{m}}$ )**

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1) $S = 18^{\text{h}} 30^{\text{m}}$ | 3) $S = 18^{\text{h}} 10^{\text{m}}$ |
| 2) $S = 17^{\text{h}} 40^{\text{m}}$ | 4) $S = 17^{\text{h}} 10^{\text{m}}$ |

**3. 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

**4. Расположить звезды из ниже приведенного списка в порядке возрастания размеров**

**A – Солнце  
B – Альциона  
C – белый карлик (максимум)  
D – красный карлик**

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1) B – A – D – C | 3) D – A – C – B |
| 2) D – C – A – B | 4) A – C – D – B |

**5. Отношение кубов больших полуосей орбит двух астероидов равно 25. Следовательно, период обращения одного астероида больше периода обращения другого астероида**

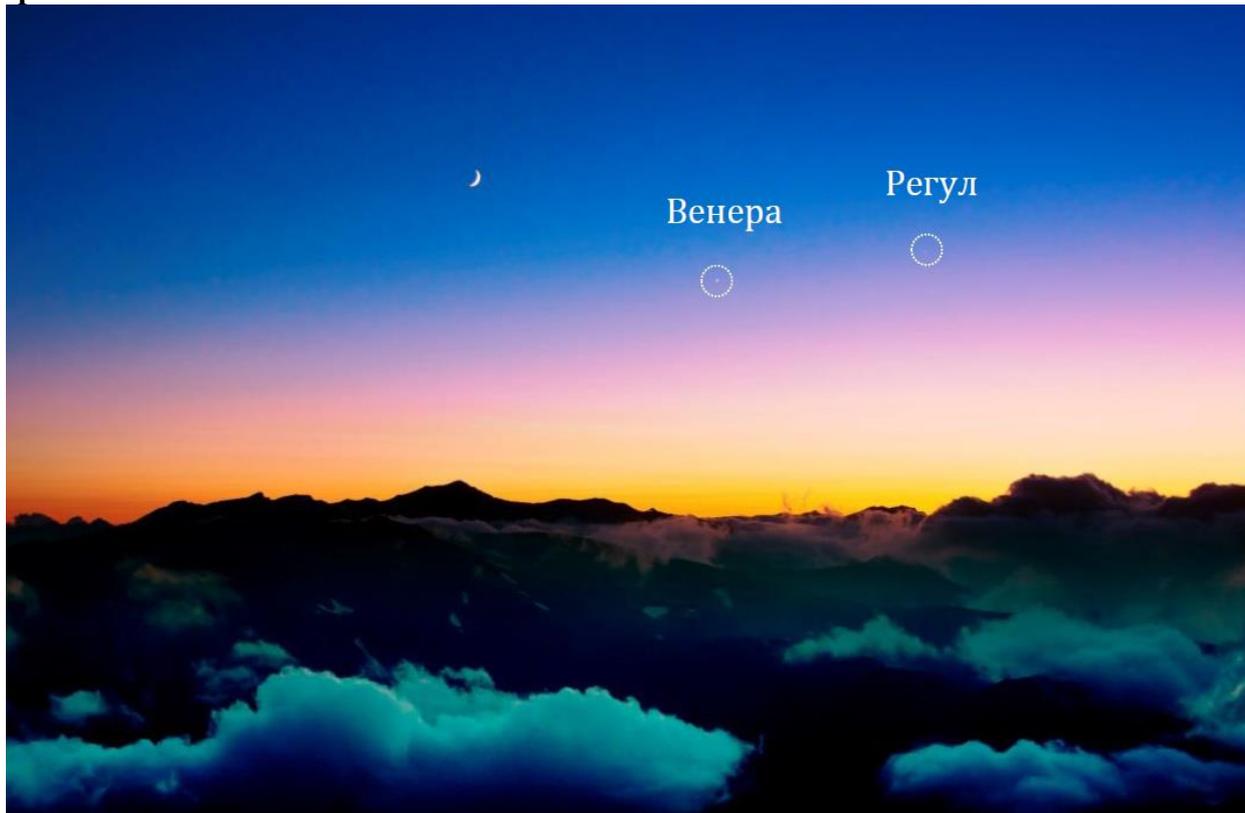
- |            |               |              |
|------------|---------------|--------------|
| 1) в 8 раз | 3) в 2,5 раза | 5) в 32 раза |
| 2) в 5 раз | 4) в 16 раз   |              |

**6. Видимая звёздная величина полной Луны на земном небе достигает значения  $(-12,8^{\text{m}})$ . Во время великого противостояния в 2003 году звездная величина Марса достигла значения  $(-2,8^{\text{m}})$ . Во сколько раз Луна была ярче Марса**

- |              |                |
|--------------|----------------|
| 1) в 10 раз  | 3) в 1000 раз  |
| 2) в 100 раз | 4) в 10000 раз |

**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 Венеры**

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

**8. Проницающая способность бинокля с диаметром объектива 60 мм равна**

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

**9. Чем замечателен в космонавтике 1959 год?**

- |                                     |                   |
|-------------------------------------|-------------------|
| 1) Выход человека в открытый космос | 3) Полёт к Венере |
| 2) Полёт первого человека в космос  | 4) Полёт к Луне   |

**10. Солнечные слои, начиная с внешнего, распределяются**

- 1) фотосфера, ядро, корона, хромосфера
- 2) корона, фотосфера, хромосфера, ядро
- 3) корона, хромосфера, фотосфера, ядро
- 4) корона, хромосфера, ядро, фотосфера

**Задание 2.** Наблюдатель, находящийся в Челябинске, заметил, что вечером Луна взошла одновременно с заходом Солнца, а утром она зашла одновременно с восходом дневного светила. В середине ночи произошло полутеневое лунное затмение. Какой край диска Луны глубже всего погрузился в земную полутень?

**Задание 3.** Какова светимость звезды  $\zeta$  Скорпиона, если ее видимая звездная величина равна 3, а расстояние до нее 7500 св. лет?

**Задание 4.** При доставке на лунную базу грузов и пассажиров корабль выходит на круговую окололунную орбиту с высотой 25 км над поверхностью Луны. Над посадочной площадкой необходимо скомпенсировать орбитальную скорость корабля и начать свободное падение на Луну. На некоторой высоте у корабля включаются тормозные двигатели, которые до посадки работают постоянно. На какой высоте перед посадкой должны быть включены тормозные двигатели корабля, чтобы, двигаясь с постоянным ускорением, равным двум земным ускорениям свободного падения, корабль совершил мягкую посадку (с нулевой скоростью)? Считать, что изменением ускорения свободного падения с высотой можно пренебречь. Масса Луны в 81 раз меньше земной, радиус Луны в 3,67 раза меньше радиуса Земли.

**Задание 5.** Каково отношение периодов обращения искусственных спутников Марса и Земли  $\frac{T_M}{T_3}$ , движущихся по круговым орбитам на небольшой высоте?

**Задание 6.** Перед Вами снимок восходящей Луны и группы туристов, любующихся ее восходом. Определите расстояние от фотографа до туристов во время съемки. В каком полушарии Земли это происходило?



## 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  $-26.78^{\text{m}}$   
Абсолютная болометрическая звездная величина  $+4.72^{\text{m}}$   
Показатель цвета (B–V)  $+0.67^{\text{m}}$   
Температура поверхности около 6000К  
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  $-12.7^{\text{m}}$

## 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					
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