

Требования к проведению школьного этапа всероссийской олимпиады школьников 2024/2025 учебного года по астрономии

Олимпиада по астрономии проводится в целях выявления и развития у обучающихся творческих способностей и интереса к научной (научно-исследовательской) деятельности, пропаганды научных знаний.

Сроки окончания этапов олимпиады: школьного этапа олимпиады – не позднее 1 ноября.

На школьном этапе олимпиады участникам предлагаются комплекты заданий, разработанные муниципальной предметно-методической комиссией. Оптимальное количество заданий: 4-6.

Школьный этап олимпиады проводится по заданиям, разработанным для 5-11 классов.

Участник олимпиады выполняет олимпиадные задания, разработанные для класса, программу которого он осваивает, или для более старших классов.

В случае прохождения участников, выполнивших задания, разработанные для более старших классов по отношению к тем, программы которых они осваивают, на следующий этап олимпиады, указанные участники и на следующих этапах олимпиады выполняют олимпиадные задания, разработанные для класса, который они выбрали на предыдущем этапе олимпиады, или более старших классов.

Уровень сложности заданий должен быть определен таким образом, чтобы, на их решение участник смог затратить в общей сложности не более 45 минут (8 класс и моложе), 60 минут (9 класс) и 90 минут (10-11 классы).

Задания школьного этапа олимпиады могут быть разработаны как отдельно для каждого класса (параллели), так и для возрастных групп, объединяющих несколько классов(параллелей), например:

- а) первая возрастная группа – обучающиеся 5-6 классов общеобразовательных организаций;
- б) вторая возрастная группа – обучающиеся 7-8 классов общеобразовательных организаций;
- в) третья возрастная группа – обучающиеся 9 класса общеобразовательных организаций;
- г) четвёртая возрастная группа – обучающиеся 10 класса общеобразовательных организаций;
- д) четвёртая возрастная группа – обучающиеся 11 класса общеобразовательных организаций.

При составлении заданий, бланков ответов, критериев и методики оценивания выполненных олимпиадных заданий необходимо соблюдать единый стиль оформления. Рекомендуемые технические параметры оформления материалов:

- размер бумаги (формат листа) – А4;
- размер полей страниц: правое – 1 см, верхнее и нижнее – 2 см, левое – 3 см;
- размер колонтитулов – 1,25 см;
- отступ первой строки абзаца – 1,25 см;
- размер межстрочного интервала – 1,5;

- размер шрифта – кегль не менее 12;
- тип шрифта – Times New Roman;
- выравнивание – по ширине;

– нумерация страниц: страницы должны быть пронумерованы арабскими цифрами в центре нижней части листа без точки с соблюдением сквозной нумерации ко всему документу;

– титульный лист должен быть включен в общую нумерацию страниц бланка ответов, номер страницы на титульном листе не ставится;

– рисунки и изображения должны быть хорошего разрешения (качества) и в цвете, если данное условие является принципиальным и необходимым для выполнения заданий;

– таблицы и схемы должны быть четко обозначены, сгруппированы и рационально размещены относительно параметров страницы.

Бланки ответов не должны содержать сведений, которые могут раскрыть содержание заданий. При разработке бланков ответов необходимо учитывать следующее:

– первый лист бланка ответов – титульный. На титульном листе должна содержаться следующая информация: указание этапа олимпиады (школьный, муниципальный); текущий учебный год; поле, отведенное под код/шифр участника; строки для заполнения данных участником – Ф.И.О., класс, полное наименование образовательной организации;

– второй и последующие листы содержат: поле, отведенное под код/шифр участника; указание номера задания; поле для выполнения задания участником (разлинованный лист, таблица, схема, рисунок, и т.д.); поле для подписи членов жюри.

Комплект заданий должен содержать задания различной сложности. Большинство заданий школьного этапа должны представлять категорию 1 – наиболее простые задания, доступные большинству участников этапа. Решение этих заданий должны предусматривать однократное применение какого-либо астрономического или физического закона с его возможным приложением к математическим вычислениям. Одно – два задания комплекта относятся к категории 2, в рамках которого фактически задаются несколько вопросов, нахождение последовательных ответов на которые приводит в конечном итоге к решению всего задания. Соотношение количества заданий категории 1 и 2 может изменяться в разных возрастных параллелях с учетом специфики конкретной ситуации и уровня подготовки участников.

К олимпиадным заданиям предъявляются следующие общие требования:

- соответствие уровня сложности заданий заявленной возрастной группе;
- тематическое разнообразие заданий;
- корректность формулировок заданий;
- указание максимального балла за каждое задание и за тур в целом;
- соответствие заданий критериям и методике оценивания;
- наличие заданий, выявляющих склонность к научной деятельности и высокий уровень
- интеллектуального развития участников;
- наличие заданий, выявляющих склонность к получению специальности,

- для поступления на которую(-ые) могут быть потенциально востребованы результаты
- олимпиады.

При выполнении заданий школьного этапа олимпиады допускается использование только справочных материалов, предоставленных организаторами, предусмотренных в заданиях и критериях оценивания. Использование любых средств связи на олимпиаде категорически запрещается. Участники могут использовать собственные непрограммируемые калькуляторы.

Схема оценивания решений по 8-балльной системе:

0 баллов: решение отсутствует, абсолютно некорректно, или в нем допущена грубая астрономическая или физическая ошибка;

1 балл: правильно угадан бинарный ответ («да-нет») без обоснования;

1-2 балла: попытка решения не принесла существенных продвижений, однако приведены содержательные астрономические или физические соображения, которые можно

использовать при решении данного задания;

2-3 балла: правильно угадан сложный ответ без обоснования или с неверным обоснованием;

3-6 баллов: задание частично решено;

5-7 баллов: задание решено полностью с некоторыми недочетами;

8 баллов: задание решено полностью.

Выставление премиальных баллов сверх максимальной оценки за задание не допускается.

В 2023 -2024 учебном году для проведения школьного и муниципального этапов Всероссийской олимпиады школьников по астрономии будет использоваться Система ОЦ «Сириус» <https://uts.sirius.online>.

Приложение 1

Справочная информация, разрешенная к использованию на олимпиаде

Основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная $G = 6.672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$

Скорость света в вакууме $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

Постоянная Больцмана $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$

Универсальная газовая постоянная $R = 8.31 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$

Постоянная Стефана-Больцмана $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-4}$

Постоянная Планка $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$

Масса протона $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

Масса электрона $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$

Элементарный заряд $e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

Астрономическая единица 1 а.е. = $1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$

Парсек 1 пк = $206265 \text{ а.е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

Постоянная Хаббла $H = 72 \text{ (км/с)/Мпк}$

Данные о Солнце

Радиус $697\,000 \text{ км}$

Масса $1.989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$

Светимость $3.88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$

Спектральный класс G2

Видимая звездная величина $-26.78m$
 Абсолютная болометрическая звездная величина $+4.72m$
 Показатель цвета (B-V) $+0.67m$
 Эффективная температура $5800K$
 Средний горизонтальный параллакс 8.794 □
 Интегральный поток энергии на расстоянии Земли 1360 Вт/м^2
 Поток энергии в видимых лучах на расстоянии Земли 600 Вт/м^2

Данные о Земле

Эксцентриситет орбиты 0.0167
 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 □ 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 г·см^{-3}
 Объемный состав атмосферы: N_2 (78%), O_2 (21%), Ar (~1%) 101

Данные о Луне

Среднее расстояние от Земли 384400 км
 Минимальное расстояние от Земли 356410 км
 Максимальное расстояние от Земли 406700 км
 Средний эксцентриситет орбиты 0.055
 Наклон плоскости орбиты к эклиптике 5 □ 09 □
 Сидерический (звездный) период обращения 27.321662 суток
 Синодический период обращения 29.530589 суток
 Радиус 1738 км
 Период прецессии узлов орбиты 18.6 лет
 Масса $7.348 \cdot 10^{22} \text{ кг}$ или $1/81.3$ массы Земли
 Средняя плотность 3.34 г·см^{-3}
 Визуальное геометрическое альbedo 0.12
 Видимая звездная величина в полнолуние $-12.7m$
 Видимая звездная величина в первой/последней четверти $-10.5m$

Физические характеристики солнца и планет

| Планета | Масса | | Радиус | | Плотность | Период вращения вокруг оси | Наклон экватора к плоскости орбиты | Гео-метр. аль-бедо | Вид. звездная величина* | |
|----------|-----------------------|-------------|-----------|----------|-----------|----------------------------|------------------------------------|--------------------|-------------------------|---------------|
| | кг | массы Земли | км | км | | | | | | радиусы Земли |
| Солнце | $1.989 \cdot 10^{30}$ | | 332946 | 697000 | 109.3 | 1.41 | 25.380 сут | 7.25 | $-$ | -26.8 |
| 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 | $5.974 \cdot 10^{24}$ | 1.0000 | 6378.1 | 6378.1 | 1.0000 | 5.52 | 23.934 час | 23.45 | 0.37 | $-$ |
| Марс | $6.419 \cdot 10^{23}$ | 0.1074 | 3397.2 | 3397.2 | 0.5326 | 3.93 | 24.623 | 25.19 | 0.15 | -2.0 |

| | | | | | | | | | |
|--------|------------------------|--------|-------|--------|------|-------------|-------|------|------|
| | 023 | 5 | | | | час | | | |
| Юпитер | 1.899·10 ²⁷ | 317.94 | 71492 | 11.209 | 1.33 | 9.924 час | 3.13 | 0.52 | -2.7 |
| Сатурн | 5.685·10 ²⁶ | 95.181 | 60268 | 9.4494 | 0.69 | 10.656 час | 26.73 | 0.47 | 0.4 |
| Уран | 8.683·10 ²⁵ | 14.535 | 25559 | 4.0073 | 1.32 | 17.24 час** | 97.86 | 0.51 | 5.7 |
| Нептун | 1.024·10 ²⁶ | 17.135 | 24746 | 3.8799 | 1.64 | 16.11 час | 28.31 | 0.41 | 7.8 |

Характеристики орбит планет

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

Характеристики некоторых спутников планет

| Спутник | Масса | Радиус | Плотность | Радиус орбиты | Период обращения | Геометрич. альbedo | Видимая звездная величина * |
|---------------|------------------------|-------------------|-----------|---------------|------------------|--------------------|-----------------------------|
| кг | км | г/см ³ | км | сут | m | | |
| Земля | | | | | | | |
| Луна | 7.348·10 ²² | 1738 | 3.34 | 384400 | 27.32166 | 0.12 | -12.7 |
| Марс | | | | | | | |
| Фобос | 1.08·10 ¹⁶ | ~10 | 2.0 | 9380 | 0.31910 | 0.06 | 11.3 |
| Деймос | 1.8·10 ¹⁵ | ~6 | 1.7 | 23460 | 1.26244 | 0.07 | 12.4 |
| Юпитер | | | | | | | |
| Ио | 8.94·10 ²² | 1815 | 3.55 | 421800 | 1.769138 | 0.61 | 5.0 |
| Европа | 4.8·10 ²² | 1569 | 3.01 | 671100 | 3.551181 | 0.64 | 5.3 |
| Ганимед | 1.48·10 ²³ | 2631 | 1.94 | 1070400 | 7.154553 | 0.42 | 4.6 |
| Каллисто | 1.08·10 ²³ | 2400 | 1.86 | 1882800 | 16.68902 | 0.20 | 5.7 |
| Сатурн | | | | | | | |
| Тефия | 7.55·10 ²⁰ | 530 | 1.21 | 294660 | 1.887802 | 0.9 | 10.2 |

| | | | | | | | |
|---------------|---------------------------|-------|------|---------|---------------|------|-------|
| Диона | 1.05·10 ² 1 | 560 | 1.43 | 377400 | 2.736915 | 0.7 | 10.4 |
| Рея | 2.49·10 ² 1 | 765 | 1.33 | 527040 | 4.517500 | 0.7 | 9.7 |
| Титан | 1.35·10 ² 3 | 2575 | 1.88 | 1221850 | 15.94542 | 0.21 | 8.2 |
| Япет | 1.88·10 ² 1 | 730 | 1.21 | 3560800 | 79.33018 | 0.2 | ~11.0 |
| Уран | | | | | | | |
| Миранда | 6.33·10 ¹ 9 | 235.8 | 1.15 | 129900 | 1.413479 | 0.27 | 16.3 |
| Ариэль | 1.7·10 ² 1 | 578.9 | 1.56 | 190900 | 2.520379 | 0.34 | 14.2 |
| Умбриэль | 1.27·10 ² 1 | 584.7 | 1.52 | 266000 | 4.144177 | 0.18 | 14.8 |
| Титания | 3.49·10 ² 1 | 788.9 | 1.70 | 436300 | 8.705872 | 0.27 | 13.7 |
| Оберон | 3.03·10 ² 1 | 761.4 | 1.64 | 583500 | 13.46324 | 0.24 | 13.9 |
| Нептун | | | | | | | |
| Тритон | 2.14·10 ² 2 | 1350 | 2.07 | 354800 | 5.87685* * | 0.7 | 13.5 |

* для полнолуния или среднего противостояния внешних планет

** обратное направление вращения

Формулы приближенного вычисления

$$\sin x \approx \operatorname{tg} x \approx x;$$

$$\sin(\alpha + x) \approx \sin \alpha + x \cos \alpha;$$

$$\cos(\alpha + x) \approx \cos \alpha - x \sin \alpha;$$

$$\operatorname{tg}(\alpha + x) \approx \operatorname{tg} \alpha + \frac{x}{\cos^2 \alpha};$$

$$(1 + x)^n \approx 1 + nx;$$

($x \ll 1$, углы выражаются в радианах).

Приложение 2

Примеры олимпиадных заданий школьного этапа

№ 1. (Класс: 5-9, тема из программы в Приложении 1: 1.1 – «Звездное небо», 1.2 – «Земля, ее свойства и движение», категория – 1.)

Условие. Вы видите, как созвездие Девы заходит за горизонт. Какое зодиакальное созвездие сейчас восходит над горизонтом?

Решение. В момент захода зодиакального созвездия восходить будет то, которое находится в противоположной части эклиптики. В данном случае это созвездие Рыбы.

№ 2. (Класс: 5-7, тема из программы в Приложении 1: 1.3 – «Луна, ее свойства и движение», категория – 1.)

Условие. Бывают ли кольцеобразные лунные затмения?

Решение. Земная тень на расстоянии Луны имеет радиус не менее 2.6 радиусов Луны. Поэтому кольцеобразных лунных затмений быть не может.

№ 3. (Класс: 5-9, тема из программы в Приложении 1: 2.3 – «Объекты далекого космоса», категория – 1.)

Условие. В нашей Галактике примерно из 100 миллиардов звезд, они составляют 20% полной массы Галактики. Оцените массу Галактики в килограммах.

Решение. Будем считать, что средняя масса одной звезды равна массе Солнца ($2 \cdot 10^{30}$ кг). Полная масса Галактики тогда будет равна 500 миллиардам ($5 \cdot 10^{11}$) масс Солнца или 1042 кг.

№ 4. (Класс: 5-9, тема из программы в Приложении 1: 1.2 – «Земля, ее свойства и движение», + материал по математике из раздела 2, категория – 2.)

Условие. Если бы атмосфера Земли при ее реальной массе была бы однородна по плотности (1.2 кг/м^3), ее толщина составила бы 8 км. Во сколько раз атмосфера Земли уступает по массе самой Земле?

Решение. Запишем выражение для массы атмосферы:

$$m_A = 4 \quad \square \square AR^2h.$$

Здесь $\square A$ – плотность атмосферы, R – радиус Земли, h – высота атмосферы. Масса Земли есть

$$m_E = (4/3) \quad \square \square ER^3.$$

Здесь $\square E$ – плотность Земли. Отсюда мы получаем соотношение масс атмосферы и Земли:

$$m_A/m_E = 3h \quad \square \square \square A/R \square E = 8.2 \cdot 10$$

Атмосфера Земли в 1.2 млн раз уступает самой Земле по массе.

№ 5. (Класс: 8-9, тема из программы в Приложении 1: 4.5 – «Эклиптические координаты на небесной сфере», категория – 1.)

Условие. В какой сезон Луна в последней четверти поднимается выше всего над горизонтом в северных широтах?

Решение. Луна располагается на небе недалеко от эклиптики. Самая северная точка эклиптики, поднимающаяся выше всего в северных широтах – точка летнего солнцестояния. Луна в последней четверти на небе находится в 90° к зап.

Чтобы при этом быть вблизи точки летнего солнцестояния, Солнце должно быть в 90° к востоку – вблизи точки осеннего равноденствия. Итак, условие задачи выполняется вблизи осеннего равноденствия.

№ 6. (Класс: 8-11, тема из программы в Приложении 1: 4.3 – «Экваториальные координаты на небесной сфере», категория – 2.)

Условие. Координаты двух звезд на небе равны $1 = 2$ ч

угловое расстояние между этими звездами на небе?

Решение. Угловое расстояние между двумя светилами на небе есть наименьшая дуга большого круга, проходящего через эти два светила. Коль скоро обе звезды находятся на небесном экваторе (склонения равны нулю), этот большой круг – и есть сам небесный экватор. Наименьшая из дуг экватора проходит через точку весеннего равноденствия (прямое восхождение 0 ч или 24 ч). Длина этой дуги есть 4 ч или 60 . Такое расстояние между звездами.

№ 7. (Класс: 8-11, тема из программы в Приложении 1: 4.2 – «Параллакс и геометрические способы измерения расстояний», категория – 2.)

Условие. Радиус туманности Андромеды составляет 30 кпк, а ее угловой диаметр в небе Земли – 5 . Сколько времени свет туманности л

Решение. Угловой радиус туманности Андромеды есть 2.5 или 0.044 радиан. То есть, расстояние до туманности в 23 раза больше ее радиуса и равно тем самым примерно 700 кпк или 2.3 млн световых лет. То есть, свет туманности, видимый глазом в хорошую погоду, летел к нам 2.3 миллиона лет.