

*Региональная предметно-методическая комиссия
по астрономии*



**ВСЕРОССИЙСКАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ**

*Задания муниципального этапа всероссийской олимпиады
школьников 2025/2026 учебного года*

по астрономии

Составители:

Андреянова Е.А.,

Кожинин С.П.,

Овсянников В.В.,

Нургулеев Д.А.,

Иванов К.В.

Контактный тел.: +79038455803

Тула – 2025

Организация и проведение муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников 2025/26 учебного года по астрономии осуществляется в соответствии с Методическими рекомендациями по проведению школьного и муниципального этапов всероссийской олимпиады школьников по астрономии в 2025/26 учебном году, утв. на заседании центральной предметно-методической комиссии всероссийской олимпиады школьников по астрономии 03.06.2025, протокол № 3 (URL: <https://vserosolimp.edsoo.ru/astronom>), и в строгом соответствии с требованиями, представленными ниже.

Муниципальный этап проводится независимо для школьников 7 – 11 классов. В соответствии с Порядком проведения всероссийской олимпиады школьников, участник (в том числе моложе 7 класса) выполняет задания за более старший класс, если он выполнял задания школьного этапа за этот же класс. Он должен быть предупрежден, что в случае квалификации в список участников последующих этапов всероссийской олимпиады (регионального, заключительного) он будет выступать там в той же старшей параллели.

Тиражирование заданий осуществляется с учётом следующих параметров: листы бумаги формата А4, черно-белая печать (условия задач могут быть на нескольких страницах). Задания должны тиражироваться без уменьшения.

Обучающимся каждой возрастной параллели предлагается решить 6 задач, на выполнение которых отводится 90 минут в 7 – 8 классах и 180 минут в 9 – 11 классах. Содержание задач составлено в соответствии с программой всероссийской олимпиады школьников по астрономии (URL: <http://www.aastrolymp.ru/syllabus.php>).

Во время работы над заданиями участник олимпиады имеет право:

1. Пользоваться любыми своими канцелярскими принадлежностями.
2. Пользоваться собственным непрограммируемым калькулятором, а также просить наблюдателя временно предоставить ему калькулятор.
3. Обращаться с вопросами по поводу условий задач, приглашая к себе наблюдателя поднятием руки.
4. Принимать продукты питания.
5. Временно покидать аудиторию, оставляя у наблюдателя свой комплект олимпиадных заданий.

Во время работы над заданиями участнику запрещается:

1. Пользоваться мобильным телефоном (в любой его функции).
2. Пользоваться любой другой вычислительной техникой, кроме непрограммируемого калькулятора (карманным компьютером, планшетом и т.д.).
3. Пользоваться какими-либо источниками информации; вся необходимая справочная информация приведена в тексте заданий.
4. Обращаться с вопросами к кому-либо, кроме наблюдателя, членов Оргкомитета и жюри.
5. Запрещается одновременный выход из аудитории двух и более участников.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

- 1) Каждому участнику олимпиады Оргкомитет должен предоставить бумагу для выполнения олимпиадных заданий: тетрадь в клетку или листы формата А4. Желательно иметь в аудитории несколько запасных ручек синего или чёрного цвета.
- 2) Жюри олимпиады оценивает записи, приведенные в чистовике. Черновики не проверяются. Каждая задача в комплекте заданий для параллели оценивается исходя из максимума 8 баллов.
- 3) Правильный ответ, приведенный без обоснования или полученный из неправильных рассуждений, не учитывается.
- 4) Если задача решена не полностью, то этапы ее решения оцениваются в соответствии с критериями оценивания по данной задаче, где указаны максимальные баллы за каждый элемент решения. Поощрительные баллы могут быть поставлены за наличие хотя бы ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи.
- 5) Все пометки в работе участника члены жюри делают только красными чернилами.
- 6) Баллы за промежуточные выкладки ставятся около соответствующих мест в работе (это исключает пропуск отдельных пунктов из критериев оценивания).
- 7) Итоговая оценка за задачу ставится в конце решения. Кроме того, член жюри заносит ее в таблицу на первой странице работы и ставит свою подпись под оценкой.
- 8) В случае неверного решения необходимо найти и отметить ошибку, которая к нему привела.
- 9) Итоговая оценка за выполнение заданий определяется путём сложения суммы баллов, набранных участником за выполнение заданий с последующим приведением к стобальной системе. Перевод в стобальную систему осуществляется делением суммы набранных участником баллов на 0,48 с последующим округлением до целых.

7 класс**7.1. Земной экватор**

Длина дуги в 1° земного экватора составляет около 111,3 км. Оцените из этих данных длину дуги экватора в $1'$ (угловую минуту), $1''$ (угловую секунду) и экваториальный радиус Земли.

7.2. Сколько Солнц в большом Солнце?

Когда Солнце станет красным гигантом, его размеры достигнут орбиты Земли (а затем станут ещё больше). Радиус Солнца $R_\odot = 697\,000$ км, среднее расстояние от Солнца до Земли равно одной астрономической единице $1 \text{ а.е.} = 1,496 \cdot 10^8$ км. Во сколько раз увеличится объём Солнца? Запишите радиус такого красного гиганта в радиусах сегодняшнего Солнца.

$$\text{Объём шара: } V = \frac{4\pi R^3}{3}.$$

7.3. Комета

Короткопериодическая комета 24P/Шомаса достигнет максимального своего сближения с Солнцем 8 января 2026 года, её предыдущее сближение наблюдалось 16 ноября 2017 года. Используя информацию о том, что 16 ноября 2025 года приходится на воскресенье, определите на какие дни недели выпадают даты этих сближений.

7.4. Луна близко

Астроном Стекляшкин наблюдал суперлуние (наиболее близкое совпадение фазы полнолуния с нахождением Луны в максимально близком положении на своей орбите к Земле) 5 ноября 2025 года, диаметр Луны был известен, 3476 км. При наблюдениях он оценил размер лунного диска в $33'$ (угловых минуты) и расстояние от Земли до Луны. Определите значение расстояния, которое получил астроном. Решение сопроводите рисунком.

7.5. Вспышка сверхновой

В китайских летописях сохранились данные о появлении на небе яркой звезды в 1054 году, известной сегодня как сверхновой SN 1054. Расстояние, на котором находится эта звезда, составляет 2 кпк. Сколько времени (в годах) шёл свет от вспышки до Земли к моменту, когда его зафиксировали китайские астрономы?

1 кпк (килопарсек), кратная величина 1 пк,

1 пк (парсек) = 3,26 световых года.

7.6. Бывалый наблюдатель

Перед вами представлен рисунок по фото части неба с созвездиями, которые можно наблюдать поздно вечером в Тульской области. Проанализировав рисунок, ответьте на следующие вопросы.

- 1) В какое время года проводились наблюдения?
- 2) Как вы смогли это определить?
- 3) Назовите не менее 4-х созвездий, которые можно рассмотреть на рисунке.

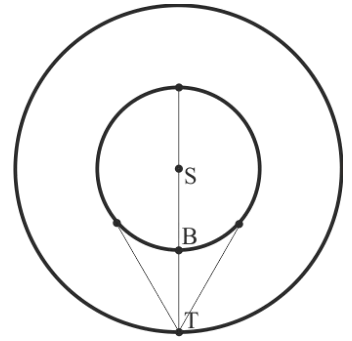


К условию задачи 7.6 (Z – зенит)

8 класс**8.1. Послание вулканцев**

Сколько минут шёл бы мощный сигнал, отправленный со скоростью света во время нижнего соединения гипотетической планеты Вулкан на Землю? По оценкам астрономов орбита Вулкана должна была находиться внутри орбиты Меркурия, а радиус составлять 0,1427 а.е. В какое время суток мог быть получен этот сигнал (днём или ночью, ответ поясните)?

Скорость света в вакууме: $c = 2,998 \cdot 10^5$ км/с,
 радиус орбиты Земли: $a_{\oplus} = 1,0000$ а.е.,
 астрономическая единица: $1 \text{ а.е.} = 1,496 \cdot 10^8$ км.

**8.2. Горячий юпитер**

В 2016 году в системе звезды Kepler-725 была открыта экзопланета, отнесенная к классу газовых гигантов (типа Юпитера), из-за близкого расположения к своей звезде такие планеты называют горячие юпитеры. Масса экзопланеты в массах Юпитера $M = 0,257M_{\text{Ю}}$, радиус в радиусах Юпитера $0,9635R_{\text{Ю}}$. Оцените во сколько раз плотность экзопланеты меньше плотности Юпитера.

Объём шара: $V = \frac{4\pi R^3}{3}$.

8.3. Луна близко

Астроном Стекляшкин наблюдал суперлуние (наиболее близкое совпадение фазы полнолуния с нахождением Луны в максимально близком положении на своей орбите к Земле) 5 ноября 2025 года, диаметр Луны был известен, 3476 км. При наблюдениях он оценил размер лунного диска в $33'$ (угловых минуты) и расстояние от Земли до Луны. Определите значение расстояния, которое получил астроном. Решение сопроводите рисунком.

8.4. Астероид Орфей

Околосемный астероид (3361) Орфей (1982 HR) пролетит мимо Земли в ночь с 18 на 19 ноября 2025 года. Его орбитальный период обращения $T = 486,25$ сут. Считая орбиту астероида круговой, вычислите её радиус и геоцентрическое расстояние (в лунных расстояниях). Учитывая вытянутость орбиты, реальное расстояние, на котором пройдёт астероид меньше в 5,54 раза. Определите действительное расстояние сближения астероида с Землёй.

Орбитальный период обращения Земли: $T_{\oplus} = 365,26$ сут. = 1 звёздный год,
 радиус орбиты Земли: $a_{\oplus} = 1,0000$ а.е.,
 радиус орбиты Луны $a_{\text{л}} = 1 \text{ LD}$ (лунное расстояние) = 384 400 км,
 астрономическая единица: $1 \text{ а.е.} = 1,496 \cdot 10^8$ км.

8.5. Астероид Плисецкая

Астероид (4626) Плисецкая, открытый 23 декабря 1984 года, при своём орбитальном движении вокруг Солнца проходит $0^{\circ},28783040$ в сутки дуги своей орбиты. Синодический период астероида S , связан с сидерическим (периодом орбитального вращения) соотношением $2,42S \approx T$. Определите из этих данных орбитальный период

обращения астероида (в годах), сидерический период (в годах). Сколько раз после открытия повторились условия наблюдения астероида в такой же конфигурации?

Орбитальный период обращения Земли: $T_{\oplus} = 365,26$ сут. = 1 звёздный год.

8.6. Наблюдение Марса

За 30 минут наблюдений детали поверхности экваториальной зоны Марса сместились на $7^{\circ},31$ по долготе. Определите угловую скорость Марса (в градусах в час), период вращения Марса (в часах) и скорость точек, лежащих на экваторе планеты (в км/с).

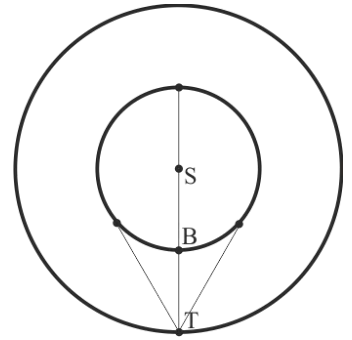
Радиус Марса: $R_{\text{М}} = 3,3972 \cdot 10^3$ км.

9 класс

9.1. Послание вулканцев

Сколько минут шёл бы мощный сигнал, отправленный со скоростью света во время нижнего соединения гипотетической планеты Вулкан на Землю? По оценкам астрономов орбита Вулкана должна была находиться внутри орбиты Меркурия, а радиус составлять 0,1427 а.е. В какое время суток мог быть получен этот сигнал (днём или ночью, ответ поясните)?

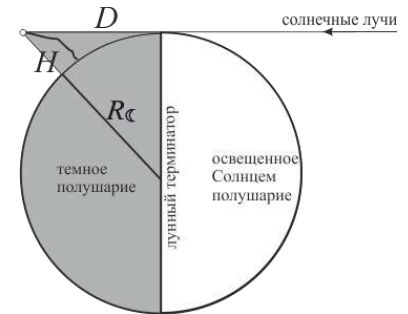
Скорость света в вакууме: $c = 2,998 \cdot 10^5$ км/с,
радиус орбиты Земли: $a_{\oplus} = 1,0000$ а.е.,
астрономическая единица: $1 \text{ а.е.} = 1,496 \cdot 10^8$ км.



9.2. Горы на Луне

Вершина горы на Луне, расположенная на неосвещенном полушарии на некотором расстоянии D от терминатора (см. рис.), освещается Солнцем раньше, чем подножие горы и видна как светлая точка на фоне темного полушария. Определите высоту горы на Луне, если освещенный пик горы находится на расстоянии 166 км от терминатора.

Радиус Луны $R_{\zeta} = 1738$ км



9.3. Солнце

Определите ускорение свободного падения на поверхности Солнца.

$M_{\odot} = 1,989 \cdot 10^{30}$ кг, $R_{\odot} = 6,97 \cdot 10^5$ км, $G = 6,672 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг².

9.4. Астероид Орфей

Околоземный астероид (3361) Орфей (1982 HR) пролетит мимо Земли в ночь с 18 на 19 ноября 2025 года. Его орбитальный период обращения $T = 486,25$ сут. Считая орбиту астероида круговой, вычислите её радиус и геоцентрическое расстояние (в лунных расстояниях). Учитывая вытянутость орбиты, реальное расстояние, на котором пройдёт астероид меньше в 5,54 раза. Определите действительное расстояние сближения астероида с Землёй.

Орбитальный период обращения Земли: $T_{\oplus} = 365,26$ сут. = 1 звёздный год,

радиус орбиты Земли: $a_{\oplus} = 1,0000$ а.е.,

радиус орбиты Луны $a_{\zeta} = 1 \text{ LD}$ (лунное расстояние) = 384 400 км,

астрономическая единица: $1 \text{ а.е.} = 1,496 \cdot 10^8$ км.

9.5. Атмосфера Венеры

Оцените массу всей атмосферы Венеры, если ее давление у поверхности равно 92 атм.

$M_{\text{в}} = 4,869 \cdot 10^{24}$ кг,

$R_{\text{в}} = 6,0518 \cdot 10^3$ км,

1 атм (физическая атмосфера) = 101325 Па (внесистемная единица измерения давления),

$S_{\text{пов}} = 4\pi R^2$ – площадь поверхности сферы радиуса R .

9.6. Посадка на Марс

Космический аппарат (КА) входит вертикально в нижние слои атмосферы Марса (перпендикулярно поверхности планеты) со скоростью 6 км/с и испытывает действие силы сопротивления среды, определяемой выражением $F_c = 4\rho v^2$ (в СИ). Определите перегрузку, испытываемую научным оборудованием КА, массой 40 т.

Плотность атмосферы Марса $\rho_{\text{атм}\text{М}} = 20$ г/м³,

$M_{\text{М}} = 0,10745 M_{\text{З}}$,

$R_{\text{М}} = 0,5326 R_{\text{З}}$,

$g_{\text{З}} = 9,8067$ м/с².

10 класс

10.1. Масса Солнца

Средняя угловая скорость движения Земли по орбите равна $0^{\circ},98$ в сутки. Вычислите массу Солнца в килограммах и массах Земли.

Радиус орбиты Земли: $a_{\oplus} = 1,0000$ а.е.,

радиус Земли $R_{\oplus} = 6378,1$ км,

$g_{\oplus} = 9,8067$ м/с²,

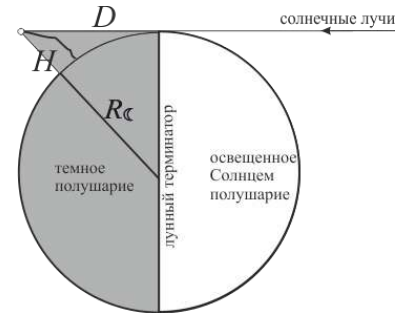
$G = 6,672 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг²,

астрономическая единица: 1 а.е. = $1,496 \cdot 10^8$ км.

10.2. Горы на Луне

Вершина горы на Луне, расположенная на неосвещенном полушарии на некотором расстоянии D от терминатора (см. рис.), освещается Солнцем раньше, чем подножие горы и видна как светлая точка на фоне темного полушария. Определите высоту горы на Луне, если освещенный пик горы находится на расстоянии 166 км от терминатора.

Радиус Луны $R_{\zeta} = 1738$ км.



10.3. Сириус

Спутник Сириуса (α Большого Пса) обращается вокруг него за 50 лет по орбите с большой полуосью в $a'' = 7'',57$. Определить массы компонентов двойной звезды, Сириуса и его спутника (в массах Солнца), если отношение расстояний обеих звезд от их общего центра масс составляет $7 : 3$, а параллакс равен $\pi'' = 0'',377$.

10.4. Астероид Орфей

Околосолнечный астероид (3361) Орфей (1982 HR) пролетит мимо Земли в ночь с 18 на 19 ноября 2025 года. Его орбитальный период обращения $T = 486,25$ сут. Считая орбиту астероида круговой, вычислите её радиус и геоцентрическое расстояние (в лунных расстояниях). Учитывая вытянутость орбиты, реальное расстояние, на котором пройдёт астероид меньше в $5,54$ раза. Определите действительное расстояние сближения астероида с Землёй.

Орбитальный период обращения Земли: $T_{\oplus} = 365,26$ сут. = 1 звёздный год,

радиус орбиты Земли: $a_{\oplus} = 1,0000$ а.е.,

радиус орбиты Луны $a_{\zeta} = 1$ LD (лунное расстояние) = $384\,400$ км,

астрономическая единица: 1 а.е. = $1,496 \cdot 10^8$ км.

10.5. Арктур и «черепаша»

Видимая звездная величина Арктура (α Волопаса) равна $+0^m,24$, а Сулафата (γ Лиры): $+3^m,30$. Какая из двух звезд наблюдается ярче и во сколько раз?

10.6. Посадка на Марс

Космический аппарат (КА) входит под углом $z = 15^{\circ}$ к линии отвеса (вертикали) в нижние слои атмосферы Марса со скоростью 6 км/с и испытывает действие силы сопротивления среды, определяемой выражением $F_c = 4\rho v^2$ (в СИ). Определите перегрузку, испытываемую научным оборудованием КА, массой 40 т.

Плотность атмосферы Марса $\rho_{\text{атм}\zeta} = 20$ г/м³,

$M_{\zeta} = 0,10745M_{\oplus}$,

$R_{\zeta} = 0,5326R_{\oplus}$,

$g_{\oplus} = 9,8067$ м/с².

11 класс

11.1. Масса Солнца

Средняя угловая скорость движения Земли по орбите равна $0^{\circ},98$ в сутки. Вычислите массу Солнца в килограммах и массах Земли.

Радиус орбиты Земли: $a_{\oplus} = 1,0000$ а.е.,

радиус Земли $R_{\oplus} = 6378,1$ км,

$g_{\oplus} = 9,8067$ м/с²,

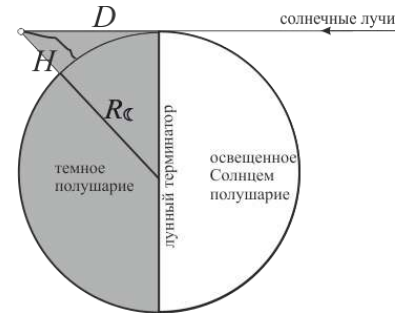
$G = 6,672 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг²,

астрономическая единица: $1 \text{ а.е.} = 1,496 \cdot 10^8$ км.

11.2. Горы на Луне

Вершина горы на Луне, расположенная на неосвещенном полушарии на некотором расстоянии D от терминатора (см. рис.), освещается Солнцем раньше, чем подножие горы и видна как светлая точка на фоне темного полушария. Определите высоту горы на Луне, если освещенный пик горы находится на расстоянии 166 км от терминатора.

Радиус Луны $R_{\zeta} = 1738$ км.



11.3. Сириус

Спутник Сириуса (α Большого Пса) обращается вокруг него за 50 лет по орбите с большой полуосью в $a'' = 7'',57$. Определить массы компонентов двойной звезды, Сириуса и его спутника (в массах Солнца), если отношение расстояний обеих звезд от их общего центра масс составляет $7 : 3$, а параллакс равен $\pi'' = 0'',377$.

11.4. Орбита Земли

Диаметр солнечного диска, видимый с Земли, меняется в пределах от $31'27''$ (4 июля) до $32'31''$ (3 января). Определите эксцентриситет земной орбиты, перигелийное и афелийное расстояния Земли (в а.е.). Укажите даты прохождения Землей перигелия и афелия.

Большая полуось орбиты Земли: $a_{\oplus} = 1,0000$ а.е.

11.5. Арктур и «черепаша»

Видимая звездная величина Арктура (α Волопаса) равна $+0^m,24$, а Сулафата (γ Лиры): $+3^m,30$. Какая из двух звезд наблюдается ярче и во сколько раз?

11.6. Посадка на Марс

Космический аппарат (КА) входит под углом $z = 15^{\circ}$ к линии отвеса (вертикали) в нижние слои атмосферы Марса со скоростью 6 км/с и испытывает действие силы сопротивления среды, определяемой выражением $F_c = 4\rho v^2$ (в СИ, ρ – плотность атмосферы). Определите перегрузку, испытываемую научным оборудованием КА, массой 40 т.

Средняя температура у поверхности Марса 200 К, атмосферное давление 0,6 кПа, атмосфера состоит преимущественно из углекислого газа, $\mu = 44$ г/моль.

$M_{\oplus} = 0,10745 M_{\zeta}$,

$R_{\oplus} = 0,5326 R_{\zeta}$,

$g_{\oplus} = 9,8067$ м/с².