

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ
2024–2025 УЧЕБНЫЙ ГОД
11 КЛАСС

Максимальное время выполнения заданий: 3 астрономических часа (180 мин)

Максимальное количество баллов за каждое задание: 10

Максимальная сумма баллов за все задания: 50

Использовать можно: инженерный (научный) калькулятор, канцелярские принадлежности (ручка, карандаш, линейка, резинка для стирания и т.п.), справочные данные, разрешённые к использованию участниками на муниципальном этапе всероссийской олимпиады школьников по астрономии в Красноярском крае (Приложение 1).

1. Альтаир и Денеб

Две известные звезды, входящие в астеризм «Летне-осенний треугольник», имеют следующие характеристики: Альтаир – видимая звездная величина $m = +0,93^m$, абсолютная звездная величина $M = +2,21^m$; Денеб – $m = +1,33^m$ и $M = -6,93^m$, соответственно. К каким созвездиям относятся эти звезды? Какая из них дальше от нас и почему?

2. Покрытия Венеры Луной

Покрытием называется такое расположение небесных тел, когда одно из них закрывает собой от наблюдателя другое. Оцените при каких фазах Луна может покрывать Венеру для земного наблюдателя?

3. Покрытия Спика полной Луной

Достаточно яркая звезда Спика (α Девы) находится вблизи эклиптики и может покрываться Луной. В какие месяцы такие покрытия происходят вблизи полнолуния? Экваториальные координаты Спика: $\alpha = 13$ ч 25 мин, $\delta = -11^\circ 10'$.

4. Блеск астероида

Астероид движется вдоль эклиптики по эллиптической орбите с большой полуосью $a = 2$ а.е. и эксцентриситетом $e = 1/3$. Пересекает ли его орбита орбиту Земли? Оцените во сколько раз наблюдаемый блеск такого астероида в наиболее благоприятных сближениях с Землей больше, чем в наименее благоприятных?

5. Раз в три года

С каким периодом должна обращаться по круговой орбите вокруг Солнца планета, чтобы ее последовательные конфигурации с Землей происходили каждые 3 года? На каком среднем расстоянии от Солнца будет находиться планета, противостояния которой происходят раз в 3 года?

**Справочные данные,
разрешённые к использованию участниками
на муниципальном этапе всероссийской олимпиады школьников по астрономии в Красноярском
крае и подлежащие к выдаче вместе с условиями задач**

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 $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
 Универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$
 Постоянная Стефана-Больцмана $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$
 Масса протона $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
 Масса электрона $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
 Астрономическая единица $1 \text{ а.е.} = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
 Парсек $1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.} = 3,086 \cdot 10^{16} \text{ м}$
 Постоянная Хаббла $H = 72 \text{ (км/с)/Мпк}$

Данные о Солнце

Радиус $695\,000 \text{ км}$
 Масса $1,989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$
 Светимость $3,88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$
 Спектральный класс G2
 Видимая звёздная величина $-26,78^m$
 Абсолютная болометрическая звёздная величина $+4,72^m$
 Показатель цвета (B–V) $+0,67^m$
 Эффективная температура 5800 К
 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 $0,017$
 Тропический год $365,24219 \text{ суток}$
 Средняя орбитальная скорость $29,8 \text{ км/с}$
 Период вращения $23 \text{ часа } 56 \text{ минут } 04 \text{ секунды}$
 Наклон экватора к эклиптике на эпоху 2000 года $23^\circ 26' 21,45''$
 Экваториальный радиус $6378,14 \text{ км}$
 Полярный радиус $6356,77 \text{ км}$
 Масса $5,974 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
 Средняя плотность $5,52 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$
 Объёмный состав атмосферы N_2 (78%), O_2 (21%), Ar (~1%)
 Атмосферное давление на уровне моря $1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$ (1 атм)

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 (звёздный) период обращения $27,321662 \text{ суток}$
 Синодический период обращения $29,530589 \text{ суток}$
 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 звёздная величина в полнолуние $-12,7^m$

Таблица 1

Физические характеристики Солнца и планет

Планета	Масса		Радиус		Плотность г·см ⁻³	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты градусы	Геометр. альбедо	Видимая звездная величина*
	кг	массы Земли	км	радиусы Земли					
Солнце	1,989·10 ³⁰	332946	697000	109,3	1,41	25,380 сут	7,25	—	-26,8
Меркурий	3,302·10 ²³	0,05271	2439,7	0,3825	5,42	58,646 сут	0,00	0,10	-0,1
Венера	4,869·10 ²⁴	0,81476	6051,8	0,9488	5,20	243,019 сут**	177,36	0,65	-4,4
Земля	5,974·10 ²⁴	1,00000	6378,1	1,0000	5,52	23,934 час	23,45	0,37	—
Марс	6,419·10 ²³	0,10745	3397,2	0,5326	3,93	24,623 час	25,19	0,15	-2,0
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

* для наибольшей элонгации внутренних планет и среднего противостояния внешних планет;

** обратное вращение.

Таблица 2

Характеристики орбит планет

Планета	Большая полуось		Эксцентриситет	Наклон к плоскости эклиптики градусы	Период обращения	Синодический период сут
	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