

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ**  
**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**  
**В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ**  
**2023–2024 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. Всегда над головой**

Перечислите 10 созвездий, которые можно увидеть в любой сезон в Красноярске ( $\varphi = 56^\circ$  с.ш.).

**2. Астероид Ганимед**

В 2024 году нас ожидает очередное сближение с астероидом Ганимед (№1036), который 25 августа достигнет наибольшего склонения  $+55,45^\circ$  при блеске  $10,2^m$  и затем сблизится с Землей 13 октября до  $0,37$  а.е., достигнув блеска  $9,0^m$ . Экваториальные координаты астероида в эти дни: 13 октября – прямое восхождение  $22$  ч  $18$  мин  $05$  с, склонение  $+32^\circ 17' 12''$ ; 14 октября – прямое восхождение  $22$  ч  $22$  мин  $33$  с, склонение  $+31^\circ 11' 16''$ . Определите угловую скорость перемещения астероида по небу в момент наибольшего сближения с Землей (угловых минут в час). И его максимальную высоту над горизонтом в Красноярске ( $\varphi = +56,05^\circ$ ) в верхних кульминациях 25 августа и 13 октября 2024 года. В какое время суток будет удобнее всего наблюдать астероид в дни наибольшего сближения?

**3. Сверхновые в М 61**

Галактика Мессье 61 из созвездия Девы является одним из рекорсменов по количеству обнаруженных там вспышек сверхновых звезд. На сегодняшний день известны как минимум 7 таких вспышек (с 1926 по 2014 годы), при которых в максимуме блеска эти звезды разгорались в среднем до 13 звездной величины. Оцените расстояние до этой галактики в световых годах, если считать, что типичная абсолютная звездная величина сверхновой в максимуме составляет  $-18^m$ .

**4. Загадочный объект**

Астрономический объект вызывает в спектре солнцеподобной звезды смещения темных линий относительно их нормального положения то к красному, то к фиолетовому концу с периодом 73 дня. Определите массу этого объекта, если его среднее расстояние от звезды составляет  $0,35$  а.е. Как вы считаете, что это за объект и почему он вызывает смещение линий в спектре звезды?

**5. Новая комета**

Несмотря на развитие крупных автоматизированных телескопов, настоящее открытие все еще можно сделать и с помощью обычного цифрового фотоаппарата! Так, 12 августа 2023 года японец Хидео Нисимура обнаружил на своих снимках новую комету, которая в середине сентября приблизилась к Солнцу и достигла блеска второй звездной величины (яркая, но пряталась в «лучах Солнца»). Хидео снимал небо на фотоаппарат с полнокадровой матрицей ( $36 \times 24$  мм), обладающей разрешением  $5472 \times 3648$  пикселей, и объективом с фокусным расстоянием  $200$  мм. Мог ли он с первого взгляда отличить на снимках комету от звезд, если считать, что за счет атмосферной турбулентности размеры слабых звезд на матрице составляют примерно  $3 \times 3$  пикселей, а комета имела кому (газовую оболочку вокруг ядра) размером  $2$  угловых минуты? Другими словами – каких размеров в пикселях была комета на снимке?

**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  $5800 \text{ К}$   
 Средний горизонтальный параллакс  $8,794''$   
 Интегральный поток энергии на расстоянии Земли  $1360 \text{ Вт/м}^2$   
 Поток энергии в видимых лучах на расстоянии Земли  $600 \text{ Вт/м}^2$

**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  $\text{N}_2$  (78%),  $\text{O}_2$  (21%),  $\text{Ar}$  (~1%)  
 Атмосферное давление на уровне моря  $1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$  (1 атм)

**Данные о Луне**

Среднее расстояние от Земли  $384400 \text{ км}$   
 Минимальное расстояние от Земли  $356410 \text{ км}$   
 Максимальное расстояние от Земли  $406700 \text{ км}$   
 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  $1738 \text{ км}$   
 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  $-12,7^m$

## Физические характеристики Солнца и планет

Планета	Масса		Радиус		Плотность г·см <sup>-3</sup>	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 <sup>30</sup>	332946	697000	109,3	1,41	25,380 сут	7,25	—	-26,8
Меркурий	3,302·10 <sup>23</sup>	0,05271	2439,7	0,3825	5,42	58,646 сут	0,00	0,10	-0,1
Венера	4,869·10 <sup>24</sup>	0,81476	6051,8	0,9488	5,20	243,019 сут**	177,36	0,65	-4,4
Земля	5,974·10 <sup>24</sup>	1,00000	6378,1	1,0000	5,52	23,934 час	23,45	0,37	—
Марс	6,419·10 <sup>23</sup>	0,10745	3397,2	0,5326	3,93	24,623 час	25,19	0,15	-2,0
Юпитер	1,899·10 <sup>27</sup>	317,94	71492	11,209	1,33	9,924 час	3,13	0,52	-2,7
Сатурн	5,685·10 <sup>26</sup>	95,181	60268	9,4494	0,69	10,656 час	26,73	0,47	0,4
Уран	8,683·10 <sup>25</sup>	14,535	25559	4,0073	1,32	17,24 час*	97,86	0,51	5,7
Нептун	1,024·10 <sup>26</sup>	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.

## 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