

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ**  
**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**  
**В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ**  
**2017-2018 УЧЕБНЫЙ ГОД**  
**7 КЛАСС**

Максимальное время выполнения заданий: 2 часа (120 мин.)

Максимальное количество баллов за каждое задание: 8

Максимальная сумма баллов за все задания: 32

Использовать можно: инженерный калькулятор, канцелярские принадлежности (ручка, карандаш, линейка, резинка для стирания и т.п.), справочные данные, разрешенные к использованию участниками на муниципальном этапе всероссийской олимпиады школьников по астрономии (Приложение 1), карту звездного неба (Приложение 2).

### 1. Летний треугольник

Как называются три яркие звезды, которые образуют так называемый «Летний треугольник» или «Летне-осенний треугольник»? Из каких они созвездий? В какие месяцы этот «треугольник» виден лучше всего на наших широтах?

### 2. Классификация планет

Какие классы (типы) планет существуют в Солнечной системе? Чем они отличаются друг от друга?

### 3. Четвертый – лишний

В таблице (Таблица 1) приведены названия небесных тел, сгруппированных в столбцы по определенным критериям, но в каждом столбце есть по одному лишнему телу. Какие тела лишние и почему?

Таблица 1.

Луна	Паллада	Альтаир	Венера
Ганимед	Каллисто	Вега	Уран
Церера	Веста	Мицар	Плутон
Титан	Юнона	Галлея	Сатурн

### 4. «Великое американское затмение»

Жители США от Западного до Восточного побережья 21 августа 2017 года наблюдали красивейшее астрономическое явление – полное солнечное затмение. На одном из сайтов в сети Интернет была размещена фотография этого затмения (рис. 1) с надписью «Солнце начинает выходить из тени Луны». Какую астрономическую ошибку допустил автор надписи? Попробуйте сформулировать верную надпись для этой фотографии.



Рис. 1

**Справочные данные,  
разрешенные к использованию участниками  
на муниципальном этапе всероссийской олимпиады школьников по астрономии  
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 звездная величина  $-26,78^m$   
 Абсолютная болометрическая звездная 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  $5,52 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$   
 Объемный состав атмосферы:  $\text{N}_2$  (78%),  $\text{O}_2$  (21%),  $\text{Ar}$  (~1%).

**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 (звездный) 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 звездная величина в полнолуние  $-12,7^m$

## Физические характеристики Солнца и 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					
Солнце	$1,989 \cdot 10^{30}$	332946	695000	108,97	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	$5,974 \cdot 10^{24}$	1,00000	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	–2,0
Юпитер	$1,899 \cdot 10^{27}$	317,94	71492	11,209	1,33	9,924 час	3,13	0,52	–2,7
Сатурн	$5,685 \cdot 10^{26}$	95,181	60268	9,4494	0,69	10,656 час	25,33	0,47	0,4
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 внутренних планет и среднего противостояния внешних планет.

Таблица 2

## 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

Таблица 3

## Характеристики некоторых спутников планет

Спутник	Масса	Радиус	Плотность	Радиус орбиты	Период обращения	Геометр. альбедо	Видимая звездная величина*
Луна	$7,348 \cdot 10^{22}$	1738	3,34	384400	27,32166	0,12	–12,7
Фобос	$1,08 \cdot 10^{16}$	~10	2,0	9380	0,31910	0,06	11,3
Деймос	$1,8 \cdot 10^{15}$	~6	1,7	23460	1,26244	0,07	12,4
<b>Юпитер</b>							
Ио	$8,94 \cdot 10^{22}$	1815	3,55	421800	1,769138	0,61	5,0
Европа	$4,8 \cdot 10^{22}$	1569	3,01	671100	3,551181	0,64	5,3
Ганимед	$1,48 \cdot 10^{23}$	2631	1,94	1070400	7,154553	0,42	4,6

Каллисто	$1,08 \cdot 10^{23}$	2400	1,86	1882800	16,68902	0,20	5,7
<b>Сатурн</b>							
Тефия	$7,55 \cdot 10^{20}$	530	1,21	294660	1,887802	0,9	10,2
Диона	$1,05 \cdot 10^{21}$	560	1,43	377400	2,736915	0,7	10,4
Рея	$2,49 \cdot 10^{21}$	765	1,33	527040	4,517500	0,7	9,7
Титан	$1,35 \cdot 10^{23}$	2575	1,88	1221850	15,94542	0,21	8,2
Япет	$1,88 \cdot 10^{21}$	730	1,21	3560800	79,33018	0,2	~11,0
<b>Уран</b>							
Миранда	$6,33 \cdot 10^{19}$	235,8	1,15	129900	1,413479	0,27	16,3
Ариэль	$1,7 \cdot 10^{21}$	578,9	1,56	190900	2,520379	0,34	14,2
Умбриэль	$1,27 \cdot 10^{21}$	584,7	1,52	266000	4,144177	0,18	14,8
Титания	$3,49 \cdot 10^{21}$	788,9	1,70	436300	8,705872	0,27	13,7
Оберон	$3,03 \cdot 10^{21}$	761,4	1,64	583500	13,46324	0,24	13,9
<b>Нептун</b>							
Тритон	$2,14 \cdot 10^{22}$	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).

Карта звездного неба

