

**Решения заданий Муниципального этапа олимпиады по астрономии  
2015-2016 учебный год  
10 класс  
Максимальный балл – 60**

**Задание 1.** Выберите верный ответ.

**1.** Какие виды теплопередачи возможны внутри космического корабля?

- А) теплопроводность и лучеиспускание
- Б) лучеиспускание
- В) все виды теплопередачи возможны
- Г) не один из видов теплопередач невозможен

**2.** Связь между поясным и всемирным временем выражена формулой

- А)  $T_n = T_0 + \lambda^h$
- Б)  $T_n = \Delta T + n$
- В)  $T_n - T_\lambda = n - \lambda$
- Г)  $T_n = \Delta T + n + \lambda^h$

**3.** Самым близким к Земле космическим источником нейтрино является

- А) пояс астероидов
- Б) атмосфера Сатурна
- В) атмосфера Юпитера
- Г) Солнце

**4.** Белые карлики, нейтронные звезды и черные дыры являются

- А) типичными звездами главной последовательности
- Б) последовательными стадиями эволюции массивных звезд
- В) конечными стадиями звезд различной массы
- Г) начальными стадиями образования звезд различной массы

**5.** Могут ли быть кольцеобразные затмения Луны?

- А) могут
- Б) могут, так как Земля больше Луны
- В) нет, так как угловой радиус земной тени больше углового радиуса Луны
- Г) нет, так как угловой размер Солнца примерно равен угловому размеру Луны

**6.** Термин «всеволновая астрономия» означает

- А) прозрачность атмосферы для всех волн космического электромагнитного излучения
- Б) изучение невидимых диапазонов электромагнитного спектра у небесных светил
- В) изучение небесных объектов во всем диапазоне от красного до синего цветов
- Г) изучение небесных объектов во всем диапазоне электромагнитного спектра

**7.** Гигантская галактика Сомбреро (M104),

имеющая мощную пылевую полосу, относится

- А) к спиральным галактикам, но видимым с ребра
- Б) к эллиптическим галактикам
- В) к неправильным галактикам
- Г) к взаимодействующим галактикам



**8.** Координата, которая представляет собой

угол при полюсе мира между кругом склонения и южной половиной небесного меридиана это

- А) склонение
- Б) прямое восхождение
- В) азимут
- Г) часовой угол

**9.** Новая звезда, вспыхнувшая в созвездии Персея (1901 г.), за двое суток увеличила блеск от 12 до 2 звездной величины. Во сколько раз она в среднем стала ярче за сутки?

- А) 10000
- Б) 600
- В) 100
- Г) 1000



	<p>нижнее соединение наступает вблизи линии узлов орбиты планеты – линии пересечения плоскостей орбит Меркурия и Земли. Такая ситуация наступает в первой половине мая или в первой половине ноября.</p> <p>Орбита Меркурия характеризуется значительным эксцентриситетом (0,2), поэтому частота проходов по диску Солнца в мае и ноябре отличается. Ноябрьские случаются в два раза чаще, но не благоприятны для наблюдений с территории России.</p> <p>Благоприятные майские наступают дважды за 46 лет, отделяясь друг от друга периодами в 13 и 33 года</p>	<p><b>1</b></p> <p><b>1</b></p>
3.	<p>Расстояние между планетами в момент нижнего соединения есть разница между расстояниями от Земли и Меркурия до Солнца. Расчет можно произвести или в млн. км или в а.е.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>149,6 - 57,9 = 91,7</math> млн. км</li> <li>• <math>1,0 - 0,39 = 0,61</math> а.е.</li> </ul>	<b>2</b>
4.	<p>Угловой диаметр составляет</p> $\delta = \frac{D}{a_2 - a_1} = \frac{2 \cdot 2439,7 \text{ км}}{91,7 \cdot 10^6 \text{ км}} = 5,32 \cdot 10^{-5} \text{ рад} \approx 11''$ <p>В зависимости от точности округлений принимается ответ от 10" до 13"</p>	<b>2</b>
5.	<b>Итого</b>	<b>10</b>

**Задание 4.** Земля имеет отражательную способность в 6 раз большую, чем Луна. Во сколько раз земное освещение на Луне больше, чем лунное освещение на Земле?

**Решение**

№	Этапы решения	Примерный балл
1.	<p>Предположим, что Луна для наблюдателя на Земле и Земля для наблюдателя на Луне имеют одинаковые фазы – полные. Освещение, создаваемой полной Луной на единичном участке поверхности Земли:</p> $I_L = \frac{S_L I_c a}{S_R}$ <p>ли: <math>\frac{1}{2}</math>, где <math>S_L</math> – площадь поверхности Луны, отражающая солнечный свет, <math>I_c</math> – солнечная постоянная, <math>a</math> – отражательная способность поверхности Луны, <math>S_R</math> – площадь сферы с радиусом, равным среднему расстоянию от Земли до Луны</p>	<b>3</b>
2.	<p>Освещение, создаваемой полной Землей на единичном участке поверхности Луны:</p> $I_3 = \frac{S_L I_c 6a}{S_R}$ <p><math>\frac{1}{2}</math>, где <math>S_3</math> – площадь поверхности Земли, отражающая солнечный свет</p>	<b>3</b>
3.	<p>Отношение освещения на Луне к лунному освещению на Земле:</p> $\frac{I_3}{I_L} = \frac{6S_3}{S_L} = \frac{6r_3^2}{r_L^2} = 80,5$	<b>4</b>
4.	<b>Итого</b>	<b>10</b>

**Задание 5.** Сможет ли человек с нормальным зрением, попав на Нептун, увидеть Солнце в виде диска? (Минимальный угловой размер, различимый глазом, приблизительно равен 1'.

### Решение

№	Этапы решения	Примерный балл
1.	$R = D \cdot \sin \rho$ , где $D$ расстояние от Нептуна до Солнца, $R$ – линейный радиус Солнца, $\rho$ – угловой радиус Солнца, видимый с Нептуна	<b>2</b>
2.	Угловой радиус Солнца $\rho = \arcsin \frac{R}{D} = \arcsin \frac{6,96 \cdot 10^5}{4,50 \cdot 10^9} = 1,55 \cdot 10^{-4} \text{ рад} \approx 32''$	<b>4</b>
3.	Угловой диаметр Солнца $d = 2 \cdot 32'' = 64'' \approx 1'$	<b>1</b>
4.	Диск Солнца с Нептуна будет виден на «пределе зрения»	<b>3</b>
5.	<b>Итого</b>	<b>10</b>

**Задание 6.** Планета обращается вокруг звезды по круговой орбите. Как изменится период ее обращения вокруг звезды, если расстояние в апоастре увеличить в 2 раза, а расстояние в периастре уменьшить в 2 раза. Если период обращения не изменится, то почему? Если изменится, то вычислите, во сколько раз.

### Решение

№	Этапы решения	Примерный балл
1.	Большая полуось орбиты связана с расстояниями в апоастре и периастре соотношением $a = \frac{r_a - r_n}{2}$	<b>2</b>
2.	Так как первоначально планета обращалась по круговой орбите, то $r_{n1} = r_{a1}$ . Если расстояние в апоастре увеличится в 2 раза, а расстояние в периастре уменьшится в 2 раза, то $r_{n2} = 0,5 \cdot r_{n1} = 0,5 \cdot r_{a1}$ .	<b>2</b>
3.	Большая полуось орбиты будет во втором случае отличаться в 1,25 раз от первоначальной. $a = \frac{r_{a2} + r_{n2}}{r_{a1} + r_{n1}} = \frac{2r_{a1} + 0,5r_{a1}}{r_{a1} + r_{a1}} = \frac{2 + 0,5}{1 + 1} = 1,25$	<b>2</b>
4.	Так как период обращения и большая полуось связаны между собой, то период обращения не может остаться прежним	<b>2</b>
5.	По третьему закону Кеплера $\frac{T_2^2}{T_1^2} = \frac{a_2^3}{a_1^3}$ получим, $\frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{a_2}{a_1} \right)^{\frac{3}{2}} = 1,25^{\frac{3}{2}} = 1,398 \approx 1,4$ . То есть период обращения планеты увеличится примерно в 1,4 раза	<b>2</b>
6.	<b>Итого</b>	<b>10</b>

## СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

### Основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная  $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$   
Скорость света в вакууме  $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$   
Постоянная Стефана-Больцмана  $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$   
Астрономическая единица 1 а.е. =  $1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$   
Парсек 1 пк =  $206265 \text{ а.е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

### Данные о Солнце

Радиус 695 000 км  
Масса  $1.989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$   
Светимость  $3.88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$   
Спектральный класс G2  
Видимая звездная величина  $-26.78^{\text{m}}$   
Абсолютная болометрическая звездная величина  $+4.72^{\text{m}}$   
Показатель цвета (B-V)  $+0.67^{\text{m}}$   
Температура поверхности около 6000К  
Средний горизонтальный параллакс  $8.794''$

### Данные о Земле

Эксцентриситет орбиты 0.017  
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:  $23^\circ 26' 21.45''$   
Экваториальный радиус 6378.14 км  
Полярный радиус 6356.77 км  
Масса  $5.974 \cdot 10^{24} \text{ кг}$   
Средняя плотность  $5.52 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$

### 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 (звездный) период обращения 27.321662 суток  
Синодический период обращения 29.530589 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 звездная величина в полнолуние  $-12.7^{\text{m}}$

## 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	–2.9
Юпитер	$1.899 \cdot 10^{27}$	317.94	71492	11.209	1.33	9.924 час	3.13	0.52	–2.9
Сатурн	$5.685 \cdot 10^{26}$	95.181	60268	9.4494	0.69	10.656 час	25.33	0.47	–0.5
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 Меркурия и Венеры и наиболее близкого противостояния внешних планет.

## 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