

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по астрономии  
2015-2016 учебный год  
9 класс  
Максимальный балл – 60**

**Задание 1.** Выберите верный ответ.

**1.** Расположение Солнца в Галактике

- А) центр  
Б) ядро  
В) плоскость ближе к краю  
Г) плоскость ближе к центру

**2.** Пересечение горизонта и небесного экватора – это...

- А) точки зенита и надира  
Б) точки востока и запада  
В) точки севера и юга  
Г) точки полюса северного и южного

**3.** Солнечные и лунные затмения происходили бы ежемесячно, если бы

- А) плоскость лунной орбиты совпадала с плоскостью эклиптики  
Б) лунная орбита была бы наклонена к плоскости эклиптики на больший угол  
В) Луна не вращалась вокруг своей оси  
Г) Земля не вращалась бы вокруг своей оси

**4.** Только что прокульминировав, звезда движется вниз. В какой стороне неба находится наблюдаемая звезда?

- А) в восточной  
Б) в южной  
В) в западной  
Г) в северной

**5.** Где бы вы искали Полярную звезду, если бы находились на широте Новосибирска?

- А) в точке зенита  
Б) на высоте  $45^\circ$  над горизонтом  
В) на горизонте  
Г) на высоте, равной географической широте места наблюдения

**6.** Когда в течение года нормальное (центростремительное) ускорение Земли наибольшее? наименьшее?

- А) наибольшее в марте, наименьшее в сентябре  
Б) наибольшее в июле, наименьшее в январе  
В) наибольшее в январе, наименьшее в июле  
Г) наибольшее в сентябре, наименьшее в марте

**7.** 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

**8.** Телескоп какого типа изображен на рисунке?

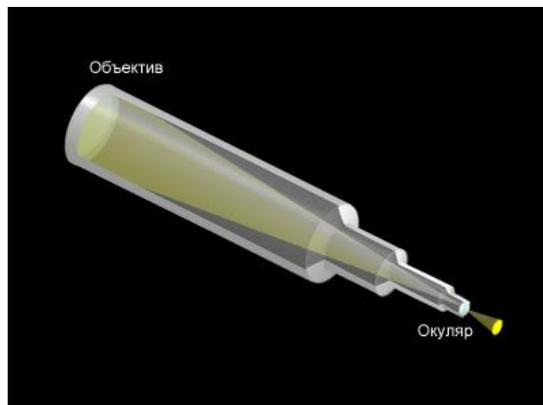
- А) рефлектор  
Б) коронограф  
В) рефрактор  
Г) радиотелескоп

**9.** Через какой промежуток времени повторяется противостояние Марса, сидерический период которого 1,9 года?

- А) 1,9 г  
Б) 2,1 г  
В) 0,7 г  
Г) 2,3 г

**10.** Во сколько раз Сириус ( $\alpha$  Большого Пса), имеющий видимую звездную величину ( $-1,46^m$ ) ярче звезды Альджеды ( $\alpha$  Козерога), видимая звездная величина которой  $3,54^m$ ?

- А) 2,512  
Б) 2,500  
В) 100  
Г) 6,31



### Решение

|        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Вопрос | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Ответ  | В | Б | А | Б | Г | В | В | В | Б | В  |

За каждую верно определенную позицию выставляется по 1 баллу. **Итого 10 баллов.**

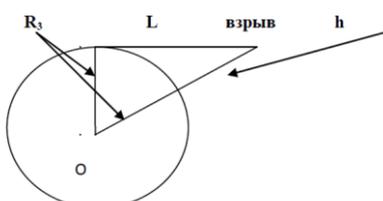
**Задание 2.** Как изменится на фотографии вид полной Луны, если закрыть правую половину объектива телескопа?

### Решение

| №  | Этапы решения  | Балл      |
|----|--|-----------|
| 1. | Половина объектива строит изображение так же, как и целый объектив, но собирает вдвое меньше света | 4         |
| 2. | Форма изображения Луны не изменится  | 3         |
| 3. | Яркость изображения уменьшится в два раза  | 3         |
|    | <b>Итого</b>   | <b>10</b> |

**Задание 3.** Взрыв Тунгусского метеорита (1908 г.) наблюдался на горизонте в городе Киренске (на реке Лене) в 350 км от места взрыва. Определите, на какой высоте произошел взрыв?

### Решение

| №  | Этапы решения   | Балл        |
|----|---|-------------|
| 1. | На чертеже указать высоту, на какой высоте произошел взрыв и расстояние от места взрыва до города Киренска учитывая, взрыв был виден у горизонта<br> | 2           |
| 2. | На основе рисунка (прямоугольный треугольник) записывается выражение: $L^2 + R_3^2 = (R_3 + h)^2$   | 1           |
| 3. | Преобразование формулы $2R_3 \cdot h + h^2 = L^2$<br>с учетом, что $h \ll R_3$ , можно считать $h^2 \approx 0$ ,<br>$h = \frac{L^2}{2R_3}$ отсюда   | 2<br>1<br>2 |
| 4. | $h = \frac{350\text{км}^2}{2 \cdot 6371\text{км}} = 9,6\text{км}$   | 2           |
| 5. | <b>Итого</b>  | <b>10</b>   |

**Задание 4.** Что такое тропик Рака, где он расположен, каким астрономическим явлением он характеризуется, и почему его так называют?

### Решение

| №  | Этапы решения   | Балл      |
|----|---|-----------|
| 1. | Тропик Рака расположен на Земле, на параллели, соответствующей широте $23,5^\circ$ . Название тропика Рака точки этой параллели получили по созвездию Рака.   | 4         |
| 2. | В местах расположенных на этой параллели Солнце бывает в зените раз в году в день летнего солнцестояния. В этот день Солнце вступает из зодиакального созвездия Близнецы (в котором в настоящее время расположена точка летнего солнцестояния) в созвездие Рака. В античные времена точка летнего солнцестояния располагалась в созвездии Рака. | 6         |
| 3. | <b>Итого</b>  | <b>10</b> |

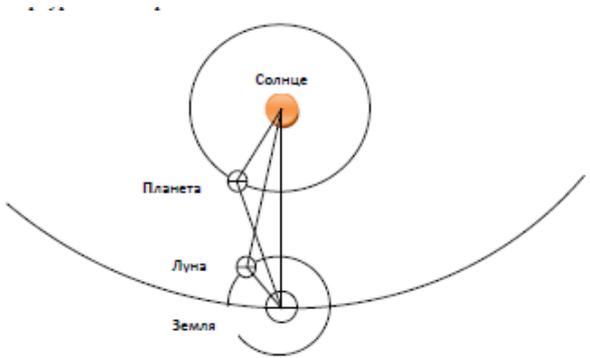
**Задание 5.** В каких пределах изменяются высота и азимут Веги ( $\alpha = 18^h 37^m$ ,  $\delta = 38^{\circ} 48'$ ) в Челябинске ( $\varphi = 55^{\circ} 9' 14''$ ) в течение суток?

**Решение**

| №  | Этапы решения   | Балл  |
|----|---|---|
| 1. | <p>Определяем высоту Веги в Челябинске:</p> $h = 90^{\circ} - \varphi + \delta$ <p>- верхняя кульминация</p> $h = 90^{\circ} - 55^{\circ} 9' 14'' + 38^{\circ} 48' = 76^{\circ} 38' 46''$ $h = \varphi + \delta - 90^{\circ}$ <p>- нижняя кульминация</p> $h = 55^{\circ} 9' 14'' + 38^{\circ} 48' - 90^{\circ} = 0^{\circ} 57' 14''$ | <p><b>1</b></p> <p><b>2</b></p> <p><b>1</b></p> <p><b>2</b></p> |
| 2. | Поскольку в верхней кульминации Вега находится к югу от зенита, а в нижней к северу, то в течение суток ее азимут принимает все возможные значения  | <b>2</b>  |
| 3. | <p>Пределы изменения</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• высоты: <math>h = [0^{\circ} 57' 14''; 76^{\circ} 38' 46'']</math></li> <li>• азимута: <math>A = [0^{\circ}; 360^{\circ}]</math></li> </ul>   | <p><b>1</b></p> <p><b>1</b></p>                                 |
| 4. | <b>Итого</b>  | <b>10</b>   |

**Задание 6.** Какие светила могут наблюдаться с Земли глазом или в телескоп в фазе тонкого серпа?

**Решение**

| №  | Этапы решения   | Балл      |
|----|---|-----------|
| 1. | Большие тела Солнечной системы (планеты, крупные спутники планет) имеют форму, близкую к сферической. Выглядеть как серп они могут в том случае, если большая часть их полушария, обращенного к Земле, не освещена Солнцем. | 3         |
| 2. | <p>Самый известный пример - Луна, когда она располагается чуть ближе к Солнцу, чем Земля (рисунок).</p>                                 | 4         |
| 3. | В виде серпа могут выглядеть и некоторые планеты. Но, как видно из рисунка, эти планеты должны располагаться ближе к Солнцу, чем Земля. Таких планет в Солнечной системе две - Меркурий и Венера.                           | 2         |
| 4. | Другие тела Солнечной системы, которые могут оказаться внутри орбиты Земли - мелкие астероиды - в расчет не берутся, так как даже при наблюдении в телескоп с Земли они выглядят точечными объектами, и их фаза незаметна.  | 1         |
| 5. | Ответ: Луна, Меркурий и Венера.   |           |
| 6. | <b>Итого</b>  | <b>10</b> |
| 7. | <i>Примечания:</i> 1) только ответ оценивается в 2 балла; 2) вместо рисунка возможно описание взаимного расположения Солнца, Земли, Луны и планет, что так же оценивается в 3 балла.  |           |

## 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   | 1.989·10 <sup>30</sup> | 332946      | 695000 | 108.97        | 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             | –2.9                        |
| Юпитер   | 1.899·10 <sup>27</sup> | 317.94      | 71492  | 11.209        | 1.33      | 9.924 час                  | 3.13                               | 0.52             | –2.9                        |
| Сатурн   | 5.685·10 <sup>26</sup> | 95.181      | 60268  | 9.4494        | 0.69      | 10.656 час                 | 25.33                              | 0.47             | –0.5                        |
| 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                         |

\* – 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               |