

# МОСКОВСКАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА 2016–2017 уч. г.

## ОЧНЫЙ ЭТАП

### 8–9 классы

#### Задание 1 (8 баллов)

1 января 2001 года был понедельник. Какое (ближайшее) столетие начнётся с воскресенья? Считайте, что в будущем мы будем продолжать пользоваться современным календарём.

#### Задание 2 (8 баллов)

На какой максимальной и на какой минимальной высоте может на земном шаре происходить верхняя кульминация Веги? Склонение Веги  $\delta = +38^\circ$ . На каких широтах происходят эти кульминации?

#### Задание 3 (8 баллов)

Сферическая туманность на месте вспышки сверхновой 1006 года находится на расстоянии 2,2 кпк от Земли и имеет угловой диаметр  $30'$ . Считая, что сверхновая неподвижна относительно наблюдателя, а туманность расширяется с постоянной скоростью, определите её угловой размер для наблюдателя, находящегося в настоящий момент

- а) вдвое ближе к сверхновой;
- б) вдвое дальше от сверхновой.

#### Задание 4 (8 баллов)

Вокруг затменной двойной звезды с орбитальным периодом 2 дня, компоненты которой имеют массы  $M_1 = M_2 = 1 M_0$ , обращается третья звезда с массой  $M_3 = 0,5 M_0$ . Орбитальный период обращения третьего компонента относительно центра масс тройной системы составляет 100 дней. Центр масс двойной системы под гравитационным воздействием этого тела смещается в сторону к наблюдателю или от наблюдателя, вызывая вариацию (запаздывание или опережение) моментов наступления затмений относительно средней величины, предсказываемой эфемеридами. Найдите амплитуду этой вариации (т. е. амплитуду так называемого светового уравнения).

### Задание 5 (16 баллов)

*Для выполнения задания используйте вкладку с цветными иллюстрациями.*

11 февраля 2017 года отмечено не только проведением 71-й Московской астрономической олимпиады, но и полутеневым лунным затмением.

Схема затмения	
	<p>Две тёмные концентрические окружности показывают тень и полутень Земли. Три малые окружности соответствуют положению Луны в начале, середине и конце затмения. Длинной горизонтальной линией обозначена линия эклиптики, стороны света отмечены короткими штрихами на краях полутени.</p> <p>Максимальная фаза полутеневого затмения: 0,9884. Максимальная фаза теневого затмения: –0,0354. (Фазой затмения называют долю диаметра Луны, закрытую затмевающим «объектом»: тенью или полутенью.)</p>
Событие	Всемирное время (UTC), часы:минуты (10/11 февраля)
Начало полутеневого затмения	22:34
Максимальное затмение	00:44
Конец полутеневого затмения	02:53

Во время полутеневого затмения Луна не попадает в тень Земли.  
Луна пройдёт восходящий узел орбиты 11 февраля в 19:50 по UTC.

1. Вам представлено 6 фотографий, на одной (или нескольких) из которых изображена Луна в фазе полутеневого затмения (конечно, среди них нет фотографии **сегодняшнего** затмения). Укажите эту(и) фотографию(и) и объясните, почему Вы так решили. Также объясните, почему на остальных фотографиях Луна не находится в фазе полутеневого затмения.

2. С какой стороны (сверху/снизу/справа/слева) на схеме затмения находится направление на север?

3. В каких созвездиях находятся Земля и Солнце для наблюдателя, находящегося вблизи Северного полюса Луны (считайте, что небесные тела находятся выше линии местного лунного горизонта)?

4. Пользуясь данными из условия, определите, где на Земле можно было наблюдать данное затмение. Считайте, что метеорологические условия не препятствовали наблюдениям.

- а) Северный полюс ( $90^\circ$  с. ш.)
- б) Сан-Томе ( $0^\circ$  с. ш.,  $7^\circ$  в. д.)
- в) Науру ( $1^\circ$  ю. ш.,  $167^\circ$  в. д.)
- г) Южный полюс ( $90^\circ$  ю. ш.)

5. Определите минимальную высоту спутника на окололунной орбите, который мог бы попасть в зону видимости полного солнечного затмения.

### Задание 6 (12 баллов)

На одной из планет, вращающихся вокруг далёкой звезды, местный астроном, находящийся в северном полушарии своей планеты, фотографировал одну из соседних планет в течение многих дней через равные промежутки времени. По ошибке все изображения планеты оказались на одном кадре. Исходя из этого изображения:

- а) Определите, внешнюю или внутреннюю планету фотографировал астроном.
- б) Запишите номера снимков в том порядке, в котором они были сделаны.
- в) Определите радиус орбиты планеты в местных астрономических единицах (т. е. в радиусах орбиты планеты наблюдателя).
- г) Определите угловое расстояние между местным солнцем и планетой на первом (хронологически) снимке.
- д) Если бы астроном продолжил и дальше фотографировать планету, то он дождался бы её (почти) полной фазы. Какой был бы номер этой фотографии?

Орбиты планет круговые. Для всех изображений северный полюс эклиптики находится вверху. Атмосферными эффектами обеих планет пренебречь. Планетная система подобна Солнечной: все планеты движутся в одну сторону, против часовой стрелки, если смотреть из северного полюса эклиптики.

