

## ОТВЕТЫ

## Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

## Муниципальный этап

## 10-й класс

*Время выполнения – 3 астрономических часа.*

**Жюри рекомендуется оценивать выполнение заданий следующим образом:**

0 баллов – решение отсутствует, или абсолютно некорректно или в нём допущена грубая астрономическая или физическая ошибка;

1 балл – правильно угаданный бинарный ответ (да/нет) без обоснования;

1–2 балла – попытка решения не принесла существенных продвижений, однако приведены содержательные астрономические или физические соображения, которые можно использовать при решении данного задания;

2–3 балла – правильно угадан сложный ответ без обоснования или с неверным обоснованием;

3–6 баллов – задание частично решено;

5–7 баллов – задание решено полностью с некоторыми недочётами;

8 баллов – полностью решённая задача.

**Максимальный балл – 48.**

1. В момент противостояния Сатурн находится в созвездии Льва. В какой момент времени Сатурн пересечёт небесный меридиан над точкой юга? В каком созвездии в этот момент находится Солнце?

**Возможное решение**

Верхняя кульминация Сатурна произойдёт в полночь по среднему солнечному времени. Солнце в этот момент будет находиться в противоположной точке эклиптики в созвездии Водолея.

2. Период обращения вокруг Солнца самой короткопериодической кометы Энке составляет 3,3 года. Почему же условия её видимости повторяются с характерным периодом в 10 лет?

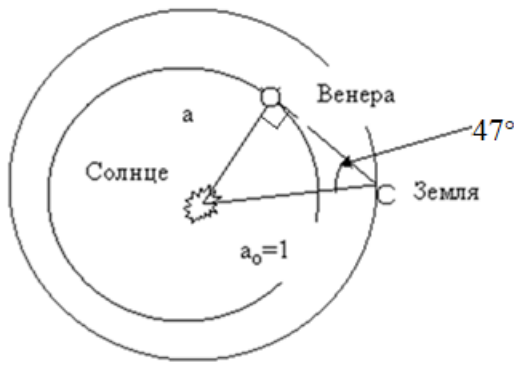
**Возможное решение**

Через 10 лет комета сделает ровно 3 оборота по своей орбите, а Земля – ровно 10. Значит, оба небесных тела окажутся почти в тех же точках пространства, а значит, такими же будут условия видимости кометы на Земле.

3. Наибольшее удаление Венеры от Солнца составляет  $47^\circ$  (максимальная элонгация). Нарисуйте взаимное расположение Венеры, Земли и Солнца в момент наибольшего удаления Венеры от Солнца и определите расстояние от Венеры до Солнца в астрономических единицах и километрах. Через какое время повторяются элонгации Венеры (например, западные)? Сидерический период обращения Венеры – 0,615 лет.

**Возможное решение**

Из рисунка видно, что в прямоугольном треугольнике расстояние от Венеры до Солнца равно катету  $a = a_0 \cdot \sin 47^\circ = 0,731 \text{ а.е.} = 109 \text{ млн. км.}$



Конфигурации планет повторяются через синодический период  $S$ , который находится из уравнения синодического движения  $1/S = 1/T - 1/T_3$ . Из этой формулы следует, что синодический период Венеры равен  $S = T \cdot T_3 / (T_3 - T) = 0,615 / 0,385 = 1,597$  лет = 583 дня.

4. Орбита астероида пересекает орбиты Сатурна и Урана и не пересекает орбиты Юпитера и Нептуна. Определите минимально и максимально возможный эксцентриситет орбиты астероида. Орбиты планет считать круговыми.

Планета	Радиус орбиты, а.е.
Юпитер	5,2
Сатурн	9,5
Уран	19
Нептун	30

**Возможное решение**

Ответ:  $[0,32-0,34]$ ,  $[0,69-0,71]$ . Наименьший эксцентриситет будет иметь орбита, которая касается орбиты Сатурна в перигелии и орбиты Урана в афелии. Аналогично максимальный эксцентриситет будет иметь орбита, которая касается орбиты Юпитера в перигелии и орбиты Нептуна в афелии. Если известны расстояния в перигелии  $p$  и в афелии  $q$ , то эксцентриситет легко можно вычислить с помощью выражения:  $\varepsilon = \frac{q-p}{q+p}$ , (получено из формул  $p = a(1 - \varepsilon)$  и  $q = a(1 + \varepsilon)$ ), где для min:  $q=19$  а.е. и  $p=9,5$  а.е.; max:  $q=30$  а.е. и  $p=5,2$  а.е.

5. На астрографе за 10 с. накопления света регистрируются звёзды до  $15^m$ . Сколько секунд надо копировать свет, чтобы зарегистрировать звёзды  $18^m$ ? Фоном неба пренебречь. Ответ округлите до целых.

**Возможное решение**

Ответ: 158. От звезды  $18^m$  приходит в  $10^{0,4 \times (18-15)}$  (формула Погсона) меньше квантов света в единицу времени, чем от звезды  $15^m$ . Поэтому для регистрации звезды  $18^m$  потребуется в  $10^{0,4 \times 3}$  больше времени:  $10 \times 10^{0,4 \times 3} \approx 158$ .

6. Через 25 дней после противостояния Сатурна с Солнцем любитель астрономии в северном полушарии Земли наблюдал покрытие Сатурна Луной. Какое из четырёх приведённых изображений соответствует началу наблюдавшегося покрытия? Ответ необходимо обосновать.

**Возможное решение**

Правильный ответ – А. За 25 дней после противостояния Солнце, двигаясь со скоростью около  $1^\circ$  в день, приблизится к точке, где находился Сатурн в противостоянии, примерно на  $25^\circ$ . Сам Сатурн, медленно двигаясь попятно, тоже будет приближаться к Солнцу. Таким образом, Солнце окажется примерно в  $155^\circ$  к западу от Сатурна. Луна может быть полной только в противоположной Солнцу точке, то есть примерно в  $25^\circ$  к востоку от Сатурна. Следовательно, в момент покрытия Луна немного не дошла до полнолуния и у неё остался неосвещённый восточный (левый) край. Поскольку относительно Сатурна Луна движется с запада на восток (справа налево), то покрывать его

она будет своим неосвещённым краем. Получается, что правильный ответ – вариант А, вариант Б соответствует окончанию покрытия, иначе, открытию, а варианты В и Г при данных условиях не могут быть реализованы.