

## 11-й класс

1-3. см. в решениях за 9 класс.

4. Обозначим гелиоцентрические расстояния Земли и кометы как  $r = 1$  а.е. и  $d = 1,4$  а.е., принимая во внимание, что  $d > r$ . Хвост кометы направлен в пространстве от Солнца, и в небе Земли он не может пойти дальше направления на зенит в точке наблюдения. (1)

Максимальный угловой размер хвоста кометы будет равен элонгации Земли при наблюдении с кометы. (2)

Он достигает максимума, если угол «Солнце – Земля - ядро кометы» прямой, и направление от кометы к Земле касается окружности с радиусом  $r$ , содержащей Землю. (3)

В итоге, максимальный угловой размер хвоста кометы в небе Земли составит  $\arcsin(r/d) = 45,6^\circ$ . (4)

*Разбалловка: за каждое верное утверждение 1-4 – по 2 балла.*

*Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.*

5. Как известно, орбита Земли слегка вытянута, а 1 а.е. есть среднее расстояние от Солнца до Земли (большая полуось орбиты). Согласно определению, эллипс – это геометрическое место точек с постоянной суммой расстояний от двух фокусов. Отсюда можно сделать вывод, что на среднем расстоянии от Солнца Земля будет находиться тогда, когда попадет в одну из вершин на малой оси эллипса. (1)

Так как эксцентриситет орбиты Земли невелик, мы можем считать, что Земля оказывается на таком расстоянии от Солнца посередине временных интервалов между прохождением точек перигелия и афелия, то есть в начале апреля и начале октября. (2)

Так как Луна также располагается в 1 а.е. от Солнца, угол «Солнце – Земля - Луна» должен составлять  $90^\circ$ . (3)

Здесь мы учитываем, что расстояние между Землей и Луной несравнимо меньше расстояния от Земли до Солнца. Мы делаем вывод, что событие происходит в фазе первой или последней четверти в начале апреля или начале октября. Во всех случаях направление от Земли к Луне параллельно линии, соединяющей точки перигелия и афелия. Луна располагается в области неба, где находится Солнце в перигелии (начало января) или афелии (начало июля). Это созвездия Стрельца или Близнецов. (4)

*Разбалловка: за каждое верное утверждение 1-4 – по 2 балла.*

*Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.*

6. Обозначим диаметры объектива и зрачка человеческого глаза как  $D$  и  $d_0$ . Диаметр выходного пучка света от звезды  $d$  будет равен  $D/\Gamma$ , где  $\Gamma$  – увеличение, создаваемое окуляром телескопа.

Если диаметр выходного пучка будет не больше, чем  $d_0$  (увеличение не меньше равнозрачкового  $\Gamma \geq D/d_0$ ), то в глаз наблюдателя попадет весь свет, собранный объективом. (1)

Если увеличение будет меньше, чем  $\Gamma < D/d_0$ , выходной зрачок  $d$  будет больше зрачка глаза  $d_0$ , и не вся энергия, собранная телескопом, попадет в глаз наблюдателя. Он зарегистрирует ее лишь часть  $J = J_0 \Gamma^2$ . (2) Здесь  $J_0$  – количество энергии от звезды, которое за то же время зарегистрирует невооруженный глаз.

Получается, что при фиксированном увеличении  $\Gamma$  для телескопов с малыми диаметрами объектива  $D$  количество собранного света будет возрастать пропорционально  $D^2$ , пока не достигнет величины  $J_0 \Gamma^2$ . Дальнейший рост диаметра объектива не будет изменять величину  $J$ , так как она уже будет описываться второй формулой. В итоге, телескоп поможет различить объекты в  $\Gamma^2$  раз более слабые, чем человеческий глаз. (3)

Предельная звездная величина составит  $m = m_0 + 2,5 \lg \Gamma^2 = 6^m + 5 \lg 10 = 11^m$ . (4)

*Разбалловка: за каждое верное утверждение 1-4 – по 2 балла.*

*Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.*

**Максимальное количество баллов за все задания: 48.**