

**Муниципальный (окружной) этап  
Всероссийской олимпиады школьников по астрономии  
в 2013/2014 учебном году. 11 класс**

1. В течение нынешнего учебного года состоятся два периода наибольшего удаления Венеры от Солнца:

1 ноября 2013 года – наибольшая восточная элонгация

22 марта 2014 года – наибольшая западная элонгация

В какое время суток можно будет наблюдать планету в эти даты? В каком полушарии Земли условия видимости будут более благоприятными?

**Решение.** Во время восточной элонгации в ноябре планета находится восточнее Солнца, заходит за горизонт после дневного светила и видна вечером. **(2 балла)** При этом Венера опережает Солнце в годовом движении по эклипике и находится вблизи точки зимнего солнцестояния, так что её склонение меньше солнечного, что благоприятно для наблюдений из южного полушария. **(2 балла)** Напротив, во время западной элонгации в марте планета восходит раньше Солнца и видна по утрам. **(2 балла)** Теперь уже планета отстаёт от Солнца в движении по эклипике, и её склонение вновь меньше солнечного. Так что вновь условия наблюдений лучше из южного полушария. **(2 балла)**

Вывод: в ноябре- вечерняя видимость, в марте- утренняя, оба раза условия более благоприятны в южном полушарии.

2. Угловой диаметр Солнца на Земле составляет около  $30'$ , а его блеск равен  $-26.8^m$ . Чему равны угловой диаметр и блеск Солнца при наблюдении с поверхности Меркурия?

Считать орбиты планет круговыми. Большая полуось орбиты Меркурия равна  $0.387$  а.е.

**Решение.** Среднее расстояние Меркурия от Солнца составляет  $0.387$  а.е, в  $2.58$  раза меньше, чем расстояние от Солнца до Земли. При наблюдении с этой планеты угловой диаметр Солнца будет в  $2.58$  раза больше, чем на Земле, то есть около  $1.3^\circ$ . **(4 балла)** Звездная величина Солнца на Меркурии составит

$$m = -26.8 - 5 \lg 2.58 = -28.9. \text{ (4 балла)}$$

3. Двойная звезда состоит из компонент с суммарной массой  $10$  масс Солнца, обращающихся по круговым орбитам с периодом  $10$  лет. На каком максимальном расстоянии от Солнца должна находиться эта пара, чтобы ее удалось разрешить в метровый космический телескоп?

**Решение.** Предельное разрешение телескопа примем равным диаметру дифракционного диска звезды, которое для желто-зеленых лучей равно  $14''/d$ , где  $d$  — диаметр объектива, выраженный в сантиметрах. Для метрового телескопа мы получаем предельное разрешение  $0.14''$  (**3 балла**, возможно использование других, отличающихся не более чем в 2 раза, коэффициентов).

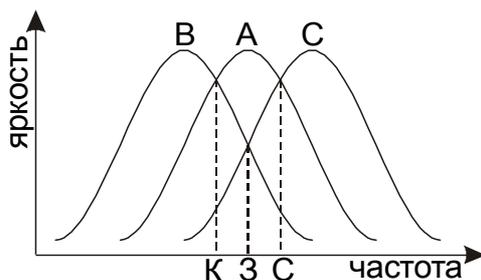
Обозначив расстояние между звездами через  $a$ , период обращения через  $T$  и суммарную массу звезд через  $M$ , воспользуемся III обобщенным законом Кеплера:

$$\frac{a^3}{T^2 M} = \frac{G}{4\pi^2} = const$$

и сравним данную двойную систему с системой Солнце-Земля. Таким образом, расстояние между двумя звездами в этой системе равно  $10 \text{ а.е.}$  (**2 балла**). Это означает, что данные звезды будут видны под углом  $10''/r$  друг от друга, где  $r$  — расстояние до этой системы, выраженное в парсеках. (**1 балл**) Таким образом, угол соответствующий угловому разрешению телескопа в  $0.14''$  достигается при расстоянии до звезды  $r$ , равном  $71 \text{ пк.}$  (**2 балла**)

4. Звезды  $A$  и  $B$  светят одинаково через красный светофильтр, звезды  $B$  и  $C$  — одинаково через зеленый, а  $A$  и  $C$  — одинаково через синий. При этом в зеленых лучах звезда  $A$  ярче звезды  $B$ . Расположите эти три звезды в порядке возрастания их температуры.

**Решение.** Как известно, чем горячее звезда, тем больше максимум ее излучения сдвигается в сторону коротковолновой части спектра. (**2 балла**) Звезды  $A$  и  $B$  выглядят одинаково яркими в красных лучах, однако в коротковолновой части спектра, в зеленых лучах, звезда  $A$  становится ярче, значит звезда  $A$  горячее звезды  $B$  (**2 балла**) (см. рисунок, буквы у оси абсцисс соответствуют трем цветам). В зеленых лучах звезда  $C$  (как и звезда  $B$ ) светит слабее звезды  $A$ , но в синих лучах их яркость сравнивается, то есть звезда  $C$  горячее звезды  $A$ . Таким образом, эти три звезды нужно расставить следующим образом:  $B, A, C$ . (**4 балла**)



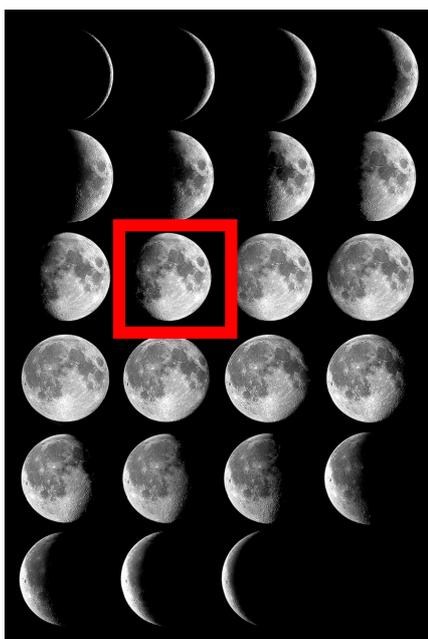
5. Известно, что орбиты шаровых скоплений имеют большой эксцентриситет и наклонение к плоскости галактики. Объясните, почему шаровых скоплений наблюдается больше в гало галактик, чем вблизи их ядер?

**Решение.** Из второго закона Кеплера следует, что скорость движения небесного тела вблизи самой удаленной от центра притяжения точки орбиты меньше, чем вблизи центра. Поэтому шаровые скопления проводят большую часть времени вдалеке от центра галактики. **(5 баллов)** А так как их орбиты наклонены к плоскости галактики на большие углы, то они при этом покидают диск и оказываются в гало вдали от плоскости Млечного Пути. **(3 балла)**

6. Определите по фотографии Луны, произошло ли за последнюю неделю солнечное или лунное затмение.



**Решение.** Солнечные затмения могут наблюдаться только в новолуние, а лунные - в полнолуние. На фотографии ниже показана смена лунных фаз день за днём.



Наблюдаемая фаза Луны отмечена квадратом. Заметим, что Луна выглядит перевернутой, это означает, что снимок сделан из южного полушария. Луна на фотографии растущая, с фазой между первой четвертью и полнолунием. (За указание наблюдаемой фазы Луны - **6 баллов**. Рисунок смены фаз не обязателен и показан для наглядности.) Полный период смены лунных фаз составляет

приблизительно месяц (29,5 дней). Это означает, что за последнюю неделю не было ни новолуния, ни полнолуния, следовательно затмения наблюдаться не могли. **(2 балла)**