



Районный этап  
Всероссийской олимпиады  
по астрономии  
Санкт-Петербург

2020  
27  
ноября

8–9 классы

1. Звезда Рукбах в некоторый момент в Петербурге оказалась в зените. На какой высоте над горизонтом ее можно будет наблюдать через 12 часов?

**Решение:**

Поскольку высота полюса мира над горизонтом равна широте места (а широта Петербурга равна  $\varphi = 60^\circ$ ), то угловое расстояние между полюсом и звездой составляет  $30^\circ$  и не меняется в течение суток. В указанный момент Рукбах был в верхней кульминации, соответственно, через 12 часов он окажется в нижней кульминации и будет на те же  $30^\circ$  ниже полюса. Следовательно, его высота над горизонтом будет равна  $30^\circ$ .

2. Приведите примеры типов астрономических объектов (достаточно одного в каждом случае), которые:

- A) называют в честь первооткрывателей;
- B) первооткрыватели называют в честь кого-то другого;
- C) называют по направлению, в котором объект виден;
- D) называют по времени, когда объект обнаружен.

**Решение:**

Собственно решения у этой задачи нет, а разных вариантов ответов может быть достаточно много. Приведем только некоторые примеры.

- A) Кометы (комета Шумейкеров-Леви-9, комета Хейла-Боппа), очень редко — звезды (звезда Барнарда, звезда ван Маанена). Во втором случае, впрочем, под «первооткрывателем» подразумевается не тот, кто первым наблюдал объект (для звезд это практически бессмысленно), а тот, кто первым обнаружил те или иные его примечательные свойства. С кометами подобное тоже встречается (комета Галлея, комета Энке).
  - B) Тут ответ единственен: астероиды (в качестве экзотики можно вспомнить также не сохранившееся название Урана «звезда Георга», данное ему открывшим Уран В.Гершелем). Названия кратеров на планетах и т.п. не годятся, поскольку это не астрономические объекты (а лишь детали их рельефа), спутники планет (и планеты), называемые в честь богов и мифологических персонажей, названы не в честь реально существующих людей.
  - C) Тут, напротив, выбор очень большой: от звезд, именуемых по созвездию, где они находятся ( $\alpha$  Центавра, 61 Лебеда, RR Лиры) до практически любых объектов, задаваемых координатами (например, пульсар PSR B1913+16).
  - D) Т.к. как правило, называются эруптивные переменные (например, сверхновая SN 1987A), так же могут обозначаться кометы и астероиды (по дате открытия или, в случае долгопериодических комет, еще и наблюдения — «комета 1811/1812 года»).
3. Параллакс звезды  $\mu$  Зайца составляет  $0''.022$  (22 тысячных угловой секунды). На угловом расстоянии  $0''.93$  от этой звезды было зарегистрировано рентгеновское излучение. Каково

может быть минимальное расстояние между  $\mu$  Зайца и источником рентгеновского излучения?

**Решение:**

Мы можем определить только минимально возможное расстояние между звездой и источником, поскольку отрезок, соединяющий звезду и источник, проецируется на картинную плоскость. Поэтому оценка расстояния в картинной плоскости и предоставит нам оценку минимального расстояния между объектами.

Определим расстояние от Солнца до  $\mu$  Зайца:

$$r = \frac{1}{\pi} = \frac{1}{0.022''} \approx 45.5 \text{ пк.}$$

На таком удалении угловому расстоянию  $\alpha = 0.93''$  будет соответствовать линейное расстояние

$$d = r \cdot \sin \alpha \approx r \cdot \alpha [\text{рад}] = r \cdot \frac{\alpha [']}{206265 ["/\text{рад}]} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ пк} \approx 42 \text{ а.е.}$$

4. В вымышленной планетной системе “Nonordinaria” вокруг звезды типа Солнца по круговым орбитам в одной плоскости и в одном направлении вращаются две планеты. Радиус орбиты планеты земного типа равен 1 астрономической единице, радиус орбиты планеты-гиганта равен 3 а.е. Жители одной из планет отмечают «Праздник гармонии светил» каждый раз, когда другая планета оказывается на небе в направлении, противоположном местному Солнцу. Сколько земных суток проходит между праздниками?

**Решение:**

В данной задаче речь идет о периоде повторения конфигурации, при которой звезда и две планеты выстраиваются вдоль одной линии, при этом планета-гигант и звезда оказываются по разные стороны от планеты земного типа. Такая конфигурация называется противостоянием. Период повторения противостояний — это синодический период  $S$  для данной системы двух планет, связанный с относительной угловой скоростью движения планет вокруг центральной звезды. Его можно вычислить как

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}.$$

Зная, что центральная звезда представляет собой копию Солнца, мы можем определить периоды обращения планет вокруг звезды из третьего закона Кеплера в упрощенной форме:  $T^2 = R^3$ , где радиусы орбит выражены в астрономических единицах, а периоды обращения — в годах. Таким образом,  $T_1 = 1$  г,  $T_2 \approx 5.2$  г. Подставляя эти значения в формулу для синодического периода, получаем  $S \approx 1.24$  года. Для перевода этой величины в сутки, домножим ее на 365.24 и получим приблизительно 452 дня.

5. Некоторая переменная звезда, чей блеск меняется строго периодически, достигла максимума блеска 3 августа 2020 г. в 14:10. Затем 4 августа в 21:15 был зарегистрирован минимум блеска этой звезды. Следующий максимум пронаблюдать не удалось, но 9 августа в 1:35 был зарегистрирован очередной минимум этой звезды. В максимуме или в минимуме блеска была звезда 16 августа и в какое время это произошло?

**Решение:**

Раз речь идет о регулярной переменной звезде, то ее период ее переменности  $T$  можно считать постоянным, причем этот промежуток времени одинаков как между двумя последовательными минимумами, так и между двумя последовательными максимумами.

Сразу отметим, что время уменьшения блеска звезды меньше, чем время ее поярчания, поэтому говорить, что промежуток времени в  $1^d 7^h 5^m$  (здесь и далее индекс  $d$  означает сутки,  $h$  — часы, а  $m$  — минуты) является половиной периода — неверно.

По двум отметкам времени минимумов блеска аккуратно установим период  $T$ :

$$T = 9.08.2020(1 : 35) - 4.08.2020(21 : 15) = 9^d 1^h 35^m - 4^d 21^h 15^m = 8^d 25^h 35^m - 4^d 21^h 15^m = 4^d 4^h 20^m$$

Теперь, зная период переменности звезды можно, например, аккуратно составить табличку:

<b>Максимум блеска</b>	<b>Минимум блеска</b>
<i>03.08.2020 14:10</i>	<i>04.08.2020 21:15</i>
<i>07.08.2020 18:30</i>	<i>09.08.2020 1:35</i>
<i>11.08.2020 22:50</i>	<i>13.08.2020 5:55</i>
<i>16.08.2020 3:10</i>	<i>17.08.2020 10:15</i>

Из таблички становится ясен ответ: 16.08.2020 в 3:10 был максимум блеска этой переменной звезды.