

Районный этап  
Всероссийской олимпиады  
по астрономии  
Санкт-Петербург

2019  
20  
ноября

8–9 классы

1. Марсианин и землянин живут по местному среднему солнечному времени каждый, используя для этого часы с обычным циферблатом, но идущие со скоростью, соответствующей продолжительности солнечных суток на данной планете. Как часто показания часов марсианина и землянина будут совпадать? Продолжительность года (марсианских солнечных суток) считать равной 24 часам 40 минутам (земным).

**Решение:**

Период обращения стрелок на часах землянина составляет 12 часов, а на часах марсианина — 12 часов 20 минут. Период повторения одинаковых положений стрелок часов (в том числе и совпадения) можно вычислить как соответствующий синодический период:  $1/T_s = 1/T_{\oplus} - 1/T_{\text{Марс}}$ . Поскольку (если измерять время в земных часах)  $T_{\oplus} = 12$ , а  $T_{\text{Марс}} = 12\frac{1}{3}$ , получаем, что  $T_s = 444$  часа, или 18.5 земных суток.

**Оценивание:**

Запись формулы синодического периода или иные аналогичные рассуждения оцениваются 4 баллами. Учет того, что период вращения стрелок на обычном циферблате составляет половину суток — 1 балл. Вычисление окончательного ответа — 3 балла.

*А.Салганик*

2. Две нейтронные звезды обращаются вокруг общего центра масс с периодом, равным 3 годам. Масса одной звезды составляет 1 массу Солнца, расстояние между звездами постоянно и составляет 3 а.е. Определите массу второй нейтронной звезды.

**Решение:**

Для решения задачи воспользуемся III законом Кеплера, используя систему единиц «годы – а.е. – массы Солнца» (т.е., фактически, сравнивая двойную систему с Землей, движущейся вокруг Солнца). Массы нейтронных звезд обозначим как  $M_1$  и  $M_2$ , период обращения —  $T$ , расстояние между компонентами —  $a$ . Тогда

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{1}{M_1 + M_2},$$

откуда

$$M_2 = \frac{a^3}{T^2} - M_1 = \frac{3^3}{3^2} - 1 = 2 \text{ массы Солнца.}$$

**Оценивание:**

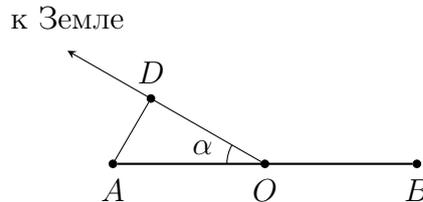
Запись III закона Кеплера — 4 балла, получение итогового численного ответа — 4 балла. При решении задачи участник может использовать любые системы единиц, однако в этом случае III закон Кеплера следует записывать в общем виде. Вместо закона Кеплера участник может решить задачу о равномерном движении по окружности под действием силы гравитации, в этом случае правильная формульная часть решения также оценивается 4 баллами.

*В.В.Григорьев*

3. Видимые размеры спиральной галактики NGC 6744 составляют  $20' \times 12'$ . Предполагая, что диск галактики идеально круглый, определите угол между лучом зрения и плоскостью диска галактики.

**Решение:**

Если на окружность смотреть под углом, то в проекции мы увидим эллипс. Изобразим плоскость галактики отрезком  $AB$ , ее центр —  $O$ . Искомый угол  $\alpha$  можно вычислить, рассмотрев прямоугольный треугольник  $ADB$ , где  $AB$  — видимый нам меньший радиус галактики, а  $AO$  равен видимому нам большому радиусу галактики (но не является им, т.к. видимый нам большой радиус перпендикулярен картинной плоскости).



Из чертежа следует, что

$$\frac{AD}{AO} = \sin \alpha,$$

отношение видимых радиусов равно отношению видимых диаметров, так что

$$\alpha = \arcsin \frac{12}{20} \approx 40^\circ.$$

Если участник не умеет пользоваться методами тригонометрии, ответ также можно получить, просто построив чертеж аккуратно и измерив угол транспортиром.

**Оценивание:**

Построение чертежа и пояснение причины сплюснутости галактики на небе — 4 балла. Вычисление итогового ответа или его оценка по чертежу — 4 балла.

*В.В.Григорьев*

4. Звезда  $\delta$  Рыб имеет координаты  $\alpha = 0^h 50^m$ ,  $\delta = 7^\circ 35'$ . Звезда  $\varphi$  Водолея находится на  $1^h 36^m$  западнее и на  $13^\circ 34'$  южнее. Определите координаты  $\varphi$  Водолея.

**Решение:**

Раз вторая звезда находится западнее, значит ее прямое восхождение должно быть меньше. При этом мы пересекаем круг склонений с  $\alpha = 0^h 00^m$ , проходящий через точку весеннего равноденствия. Тогда  $\alpha_\varphi = 0^h 50^m - 1^h 36^m + 24^h 00^m = 23^h 14^m$ . Склонение второй звезды также должно быть меньше, а сама звезда расположена в южном небесном полушарии:  $\delta_\varphi = 7^\circ 35' - 13^\circ 34' = -5^\circ 59'$ .

**Оценивание:**

Выводы о том, что положение звезды западнее и южнее соответствует уменьшению прямого восхождения и склонения, оцениваются 2 баллами каждый. Вычисления прямого восхождения и склонения — также 2 балла за каждое. Если участник в качестве ответа для прямого восхождения получает  $-46^m$  или в качестве ответа для склонения  $-6^\circ 01'$ , то за такие ответы выставляется по 1 баллу.

*В.В.Григорьев*

5. 20 ноября 1889 г. в США родился астроном Эдвин Хаббл, открывший существование других галактик и наблюдательно обнаруживший расширение Вселенной (закон Хаббла). В какой день недели он родился?

**Решение:**

США в XIX веке жили по григорианскому календарю (действующему сейчас и в России), поэтому переходить от юлианского к григорианскому календарю нам не придется. Рассмотрим сначала простой случай.

Известно, что каждый невисокосный год день недели, соответствующий некоторому числу некоторого месяца, смещается на 1 вперед по сравнению с предыдущим годом, каждый високосный — на 2 (поскольку остаток при делении 365 на 7 равен 1, а при делении 366 на 7 — 2). Период полного повторения распределения дней недели по числам года составляет 28 лет — это общее кратное 7 (число дней в неделе) и 4 (число лет в високосном цикле).

Со дня рождения Хаббла до дня тура прошло ровно 130 лет. Остаток от деления 130 на 28 равен 18. Таким образом, календарь на 1889 год должен повториться через 10 лет (28 — 18), т.е. в 2029 году, когда со дня рождения Хаббла исполнится 140 лет. Следовательно, 20 ноября 2029 г. будет тем же днем недели, что и 20 ноября 1889 г. Из 10 лет, которые пройдут от дня тура до 20 ноября 2020 года 3 года (2020, 2024 и 2028) будут високосными и 7 — простыми. Следовательно, день недели по сравнению с 2019 годом сдвинется на  $7 + 3 \cdot 2 = 13$ , т.е. 2 недели без одного дня. Так как 20 ноября 2019 года — это среда, то в 2029 году 20 ноября будет вторником.

Однако в этом решении мы не учли важную особенность григорианского календаря: годы, номера которых делятся на 100, но не делятся на 400, в нем високосными не являются. За прошедшее время такой год был один — 1900, и это означает, что наши предыдущие рассуждения верны для всех годов XX и XXI века, но не для XIX века. Все дни в XIX веке по сравнению с полученным нами результатом должны быть сдвинуты на один день недели вперед (поскольку 29 февраля 1900 года в григорианском календаре не существовало), и это означает, что Эдвин Хаббл родился в среду.

**Оценивание:**

Вывод о сдвиге дней недели для обычного високосного цикла (это утверждение участник также может знать как готовое или получить прямыми подсчетами дней в году) оценивается 3 баллами. Подсчет дня недели с учетом поправки 1900 года — 4 балла (при ошибочном сдвиге результата не на один день недели вперед, а на один назад, выставляется 3 балла, при отсутствии поправки этот этап решения оценивается 2 баллами). Запись итогового правильного ответа — 1 балл.

*М.В.Костина*