



**XXXIII Санкт-Петербургская
Астрономическая олимпиада**
теоретический тур, решения

2026
8
февраля

5–6 классы

1. Существует легенда, что 13-е числа месяца, выпадающие на пятницу, считаются «несчастливыми днями» из-за того, что именно в такой день по приказу французского короля Филиппа IV были арестованы все тамплиеры, находившиеся в пределах его королевства. Известно, что произошло это событие в 1307 году. В каком месяце оно могло произойти?

Решение:

Поскольку григорианский календарь появился в 1582 году, описываемое событие заведомо произошло еще по юлианскому календарю. Нам будет удобнее работать именно в нем, так что начнем с определения какой-либо «опорной» даты для него.

В григорианском календаре 2026 год начался в четверг, что можно вспомнить или легко вычислить. Так как сейчас разница календарей составляет 13 суток, то в юлианском календаре 2026 год начался в среду. Поскольку каждые 4 года в юлианском календаре к году добавляется один «лишний» день, распределение дат недели по годам полностью повторяется каждые $7 \times 4 = 28$ лет. Поэтому будем вычитать из 2026 по 28 лет, пока не получим ближайший подходящий год перед 1307 (очевидно, что можно два раза вычесть 280, а дальше уже действовать более точным подбором). В итоге мы обнаружим, что в среду начинался 1298 год.

Далее, поскольку 365 при делении на 7 дает в остатке 1, отмечаем, что каждый очередной год начинается в следующий день недели по сравнению с предыдущим, а год, следующий за високосным — на второй по счету день недели от предыдущего. $1307 - 1298 = 9$, причем на этом интервале были два високосных года, тем самым начало года сдвинулось на $9 + 2 = 11$ дней недели и 1 января 1307 года было воскресенье.

Отсюда сразу же следует, что 13 января — пятница, и это один из возможных ответов. Проверяя все последующие месяцы (можно аналогичным образом учитывать остатки от деления на 7, можно просто построить подобие табель-календаря на этот год), мы обнаружим еще одну «черную пятницу» — 13 октября.

Таким образом, ответов у задачи два: январь и октябрь. Поводом для возникновения легенды послужил второй — арест тамплиеров произошел 13 октября 1307 года.

П.А.Тараканов

2. Начинаящий петербургский астроном Вася пишет в дневнике заметку о том, как гостил в другом городе: «Полярная звезда здесь находится над горизонтом на 10° ниже, чем в Петербурге. Капелла же достигает наибольшей высоты на 2 часа раньше — все-таки город находится юго-западнее Петербурга. Удалось наблюдать созвездие Южного Креста целиком — в Петербурге его совсем не видно. А вот Арктур тут не виден в течение всего года, над горизонтом не поднимается». Найдите все ошибки в тексте Васи и поясните свой ответ.

Решение:

Высота Полярной звезды над горизонтом равна широте места наблюдения. Поскольку в обсуждаемом городе Полярная видна ниже над горизонтом, город действительно расположен

южнее Петербурга, примерно на те же 10° . При этом одинаковое положение звезд раньше достигается в более восточном, а не западном пункте наблюдения: в частности, солнечный полдень наступает раньше в более восточном городе. Следовательно, посещенный Васей город должен находиться юго-восточнее, а не юго-западнее Петербурга, либо же Капелла должна достигать наибольшей высоты позже, а не раньше.

Созвездие Южного Креста над горизонтом Петербурга действительно не восходит, причем остается глубоко под горизонтом. Для того, чтобы созвездие было видно над горизонтом целиком, нужно переместиться на юг заметно сильнее, чем на 10° (на самом деле, частичная видимость созвездия достигается только южнее параллели 34° северной широты).

Арктур — самая яркая звезда северного неба. Вася также был в гостях в городе северного полушария Земли. Следовательно, Арктур должен был наблюдаться над горизонтом хоть в какую-то часть года.

А.В.Веселова

3. Астроном собирает свой каталог объектов конечных стадий звездной эволюции. В нем содержатся белые карлики, нейтронные звезды и черные дыры. Известно, что если бы нейтронных звезд было бы в 2 раза больше, то в каталоге бы содержалось 120 объектов. Количество белых карликов в каталоге на 10 больше, чем черных дыр. А удвоенному суммарному количеству нейтронных звезд и черных дыр не хватает 20 объектов, чтобы в 5 раз превосходить число белых карликов. Определите число объектов каждого типа и полное число объектов в каталоге.

Решение:

Пусть число белых карликов будет обозначено как x , нейтронных звезд — y , а черных дыр — z . Тогда можно составить систему уравнений:

$$\begin{cases} x + 2y + z = 120 \\ x - z = 10 \\ 2(y + z) = 5x - 20 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x + 2y + z = 120 \\ x - z = 10 \\ 5x - 2y - 2z = 20 \end{cases}$$

Решать систему уравнений можно любым известным способом, например, так. Сначала сложим первое и третье уравнения (запишем вместо третьего), а также первое и второе уравнение (результат запишем вместо первого). Затем поделим первое уравнение на два, а также вычтем из третьего уравнения второе и получим уравнение на x :

$$\begin{cases} 2x + 2y = 130 \\ x - z = 10 \\ 6x - z = 140 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x + y = 65 \\ z = x - 10 \\ 5x = 130 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 26 \\ y = 65 - x = 39 \\ z = 16 \end{cases}$$

Последнее уравнение дает нам значение x , и мы незамедлительно получаем остальные два неизвестных. Итак, в каталоге астронома содержится:

- 26 белых карликов
- 39 нейтронных звезд
- 16 черных дыр.
- всего 81 объект.

В.В.Григорьев

4. 13 октября некоторого года Луна была рядом со звездой σ Стрельца. В какой фазе и когда в первый раз после этого она оказалась рядом со звездой γ Рака?

Решение:

Заметим, что созвездия Стрельца и Рака находятся в противоположных точках небесной сферы. Это можно понять, вспомнив зодиакальный круг и положение Солнца в соответствующие даты. Соответственно, после 13 октября пройдет половина синодического месяца (29.5 суток), то есть 14.75 суток. Значит, можно ожидать появления Луны в созвездии Рака примерно 28 октября того же года.

28 октября Солнце будет находиться в созвездии Девы. Между Девой и Раком примерно 90° (или четверть года в годичном путешествии Солнца по эклиптике). Это значит, что Луна будет для земного наблюдателя освещена наполовину. Вспомнив, что Луна движется в своем орбитальном движении с запада на восток, понимаем, что речь идет о последней (третьей) четверти.

В.В.Григорьев

5. Нейтронные звезды рождаются в процессе взрыва сверхновой звезды. На месте взрыва остается туманность, которая называется остатком вспышки сверхновой, а нейтронная звезда за счет энергии взрыва приобретает большую скорость и улетает от места взрыва. Самая быстро летящая нейтронная звезда, PSR J0002+6216, сейчас находится на расстоянии 50 световых лет от центра своего остатка вспышки сверхновой и движется по прямой со скоростью 1100 км/с. Оцените возраст этой нейтронной звезды. Известно, что свет проходит расстояние от Солнца до Земли, равное 150 миллионам км, примерно за 500 секунд.

Решение:

Чтобы найти возраст нейтронной звезды, нужно найти время t , за которое она со скоростью $v = 1100$ км/с пролетела расстояние $l = 50$ световых лет. Звезда летит по прямой и можно считать, что скорость ее не меняется, поэтому

$$t = \frac{l}{v}.$$

Осталось определить, сколько километров в одном световом годе. Как ясно из названия этой единицы измерения, это расстояние, которое свет пролетает за 1 год. Скорость света c можно помнить, а можно вычислить из данных в условии:

$$c = \frac{150 \text{ млн. км}}{500 \text{ с}} = 300 \text{ тыс. км/с.}$$

Теперь можно умножить скорость света на число секунд в году ($365.2422 \cdot 24 \cdot 3600 \approx 3 \cdot 10^7$), вычислить величину светового года в километрах, умножить на 50 и разделить на скорость нейтронной звезды. Но можно поступить проще и сравнить скорости света и нейтронной звезды, тем самым поняв, во сколько раз свет движется быстрее.

Нейтронная звезда летит со скоростью в $c/v = 300000/1100 \approx 273$ раза **меньшей**, чем свет. Следовательно, она преодолела то расстояние, которое свет проходит за 50 лет, за время в 273 раза **большее**, то есть за

$$t = 50 \cdot 273 \approx 13.7 \text{ тысяч лет.}$$

Это время и есть искомый возраст нейтронной звезды.

М.В.Костина