



XXIII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур, решения

2016
14
февраля

5–6 классы

1. Туманность Андромеды, Луна, квазар 3C 48, комета C/2013 US10 (Каталина), туманность Сова. Расположите объекты в порядке возрастания расстояния от Земли.

Решение (8 баллов):

Сразу отметим, что для решения задачи нет необходимости помнить расстояния до перечисленных объектов, достаточно лишь понимать, где находятся объекты соответствующего класса.

Начнем с простого. Самым близким к Земле объектом из списка является, конечно, ее естественный спутник — Луна. Кроме Луны, в списке есть еще один объект, принадлежащий (по крайней, в данный момент) Солнечной системе — это комета, которая и займет второе место. На последнем месте должен находиться квазар, т.к. квазары — одни из самых ярких и далеких известных объектов во Вселенной.

Остались туманность Сова и Туманность Андромеды. Тут нужно вспомнить, что на самом деле Туманность Андромеды — это не туманность, а галактика, а такое название сохранилось за ней по историческим причинам. Настоящие же туманности, к которым относится Сова, представляют собой участки межзвездной среды, выделяющиеся своим излучением или поглощением света на общем фоне неба. Ввиду своих относительно небольших размеров и тусклости, они наблюдаются только в нашей Галактике.

Итак, окончательный ответ: Луна, комета Каталина, туманность Сова, галактика Туманность Андромеды, квазар 3C 48.

2. Жители Петербурга встретили принцессу Софию Августу Фредерику Ангальт-Цербстскую, впервые прибывшую в город, 3 февраля 1744 года. В какой день недели это случилось?

Решение (8 баллов):

Первое желание, возникающее при решении задачи — выяснить, какой дате соответствует 3 февраля по старому стилю в современном календаре. Поскольку принцесса София Августа . . . (более известная как Екатерина II) жила в XVIII веке, когда разность юлианского и григорианского календарей составляла 11 суток, по новому стилю она прибыла в Петербург 14 февраля, т.е. ровно за 272 года до теоретического тура олимпиады.

Однако первое желание не всегда бывает правильным. Юлианский календарь устроен проще григорианского, поэтому задачи такого рода проще решать, используя даты по старому стилю. Воспользуемся этим.

Мы знаем, что за каждый обычный год (из 365 суток) день недели, соответствующий одной и той же календарной дате, сдвигается на один вперед (поскольку 365 при делении на 7 дает в остатке 1). Кроме этого, известно, что каждый четвертый год в юлианском календаре — високосный (и в этот год день недели сдвигается не на один, а на два дня вперед). Отсюда следует, что каждые $7 \times 4 = 28$ лет одни и те же календарные даты соответствуют одним и тем же дням недели, причем никаких «сбоев» этого правила в юлианском календаре (в отличие от григорианского) не происходит.

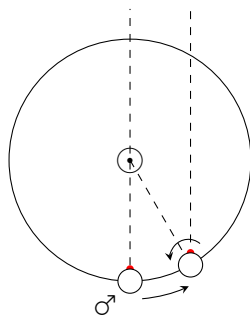
Сейчас, в XXI веке, григорианский календарь обгоняет юлианский уже на 13 суток, поэтому мы знаем, что $14 - 13 = 1$ февраля 2016 года по старому стилю — воскресенье. Так как каждые 28 лет назад было верно то же самое, то и 280 лет назад, в 1736 году, 1 февраля также было воскресеньем. Следовательно, в 1737 году 1 февраля был вторник (из-за существования 29 февраля 1736 года произошел сдвиг на два дня недели), в 1738 году — среда, в 1739 году — четверг, в 1740 году — пятница, в 1741 году — воскресенье, в 1742 году — понедельник, в 1743 году — вторник, а в интересующем нас 1744 году — среда. 3 февраля 1744 года было еще двумя днями позже, поэтому соответствующий день недели — пятница.

3. В фильме «Марсианин» член экспедиции «Арес III» Марк Уотни провел на Марсе 549 солов (марсианских солнечных суток), пока не был спасен экипажем корабля «Гермес». Рассчитайте продолжительность сола с точностью до минуты (земной). Сколько земных суток Марк Уотни провел на Марсе? Период вращения Марса вокруг своей оси составляет 24 часа 37 минут, орбитальный период — 687 земных суток.

Решение (8 баллов):

Если посмотреть на Марс со стороны какого-нибудь из его полюсов, то окажется, что Марс вращается и вокруг своей оси, и вокруг Солнца в одну и ту же сторону (против часовой стрелки, если смотреть с северного полюса).

Рассмотрим некоторый момент времени, когда Марс повернут к Солнцу определенной стороной. За то время, что Марс делает полный оборот вокруг своей оси, он успевает немного сместиться по орбите вокруг Солнца, и для того, чтобы оказаться в исходном положении относительно Солнца, ему необходимо еще немного повернуться. Именно время, затраченное на этот дополнительный небольшой поворот, и является разницей между периодом вращения Марса вокруг оси и продолжительностью сола (заметим, что сол несколько больше периода вращения). Если продолжительность одного марсианского года — оборота Марса вокруг Солнца — составляет n солов, то за то же время Марс обернется вокруг своей оси $n + 1$ раз: в течение марсианского года один оборот Марса вокруг оси будет как бы «скомпенсирован» одним его оборотом вокруг Солнца.



Найдем n . В сутках $24 \cdot 60 = 1440$ минут. По условию продолжительность года на Марсе составляет 687 земных суток, а один оборот вокруг своей Марс совершает за 24 часа 37 минут, т.е. $24 + 37/60$ земных часов или $1 + 37/1440$ земных суток. Таким образом, за марсианский год Марс сделает примерно на $687 \cdot 37/1440 \approx 17$ оборотов меньше, чем Земля за аналогичное время, т.е. $687 - 17 = 670$ оборотов. Время, необходимое на один дополнительный поворот каждые сутки, составляет примерно $1/670$ часть суток. Разница между солом и периодом вращения Марса составляет $1440/670 \approx 2$ минуты. Следовательно, продолжительность сола примерно равна 24 часам 39 минутам.

Осталось вычислить продолжительность пребывания Марка Уотни на Марсе в земных сутках. Она больше продолжительности в солах на $549 \cdot 39/1440 \approx 15$ дней и составляет $549 + 15 = 564$ дня.

4. У Анакина Скайуокера на планете Татуин родился сын Люк. В этот момент Анакин как раз закончил спасать планету Альдераан и в тот же день вылетел на Татуин. Расстояние между Альдерааном и Татуином 4 парсека. Корабль Анакина летит в пять раз медленнее скорости света. Сколько лет исполнится Люку, когда Анакин долетит до Татуина?

Решение (8 баллов):

Пусть в одном парсеке x световых лет. Тогда расстояние, которое надо пролететь Анакину, свет пройдет за $4 \cdot x$ лет. Анакин летит в 5 медленнее света, поэтому он достигнет Татуина за $20 \cdot x$ лет.

Поскольку $1 \text{ пк} = 3.26$ светового года, то Люку исполнится примерно 65 лет.

5. Насколько Земля может быть ближе к центру Галактики, чем Солнце? Когда (в каком месяце) такое происходит?

Решение (8 баллов):

Максимальное расстояние, на которое Земля может быть ближе к центру Галактики, чем Солнце, примерно равно радиусу ее орбиты, т.е. примерно 1 а.е. или 150 млн. км. Примерно, так как центр Галактики расположен не строго в плоскости эклиптики (плоскости орбиты Земли), хотя и очень близко от нее. Происходит это тогда, когда Земля пересекает линию «Солнце – центр Галактики», то есть, если смотреть со стороны Солнца, находится в созвездии, в направлении которого расположен центр Галактики. Это созвездие Стрельца (♏). В этот момент Солнце для земного наблюдателя находится в противоположном созвездии (в Близнецах — ♊). Такая ситуация бывает примерно с середины июня по середину июля. Так как можно считать, что центр Галактики практически лежит в плоскости эклиптики, а Земля пересекает линию «Солнце – центр Галактики» почти в летнее солнцестояние, то Земля будет ближе к центру Галактики, чем Солнце приблизительно от весеннего до осеннего равноденствия, т.е. от середины марта до середины сентября.

