

*Третий многопредметный Турнир для школьников. 2017 год.
15 октября (личное участие) и 16 октября – 17 ноября (участие команд)*

Конкурс по астрономии и наукам о Земле

Из предложенных 7 заданий рекомендуется выбрать самые интересные (1–2 задания для 8 класса и младше, 2–3 для 9–11 классов). Перечень вопросов в каждом задании можно использовать как план единого ответа, а можно отвечать на все (или некоторые) вопросы по отдельности. Ответы снабдите разумным количеством примеров и пояснений по вашему выбору.

1. Почему на Земле бывает как облачная, так и ясная погода, а Венера всегда полностью покрыта плотным слоем облаков?

2. В феврале 2017 года полностью покрылась льдом поверхность озера Севан в Армении (одно из самых высокогорных озёр мира). Прошлый раз это озеро полностью покрывалось льдом 25 лет назад. Как вы думаете, почему озеро Севан замерзает не каждую зиму, а так редко?

3. Случается, что Луна загораживает от наблюдения с Земли другие планеты Солнечной системы. Астрономы называют такое явление покрытием планеты Луной. (Возможно, что покрытие наблюдается не везде, а только в определённой местности.)

В 2017 году такие покрытия Луной планет Солнечной системы можно наблюдать с Земли:

- Меркурий: 25 июля и 19 сентября;
- Венера: 18 сентября;
- Марс: 3 января и 18 сентября;
- Юпитер, Сатурн и Уран — покрытий Луной в 2017 году не наблюдается;
- Нептун: 3 января, 30 января, 26 февраля, 26 марта, 22 апреля, 20 мая, 16 июня, 13 июля, 9 августа, 6 сентября, 3 октября, 30 октября, 27 ноября.

Почему в 2017 году покрытия Луной Нептуна наблюдаются существенно чаще, чем покрытия других планет Солнечной системы? Возможна ли такая же ситуация при наблюдении с Земли покрытий Луной других планет Солнечной системы в другие годы? Какие бывают закономерности в наблюдении таких явлений?

4. Бывает ли снег на экваторе? А бывают ли дожди в Антарктиде и есть ли там реки?

5. Единственное в мире месторождение минерала чароит (Сиреневый Камень) находится на стыке Якутии и Иркутской области, на водоразделе реки Чара и реки Токко (Олёкминский район, Якутия). Это месторождение уникально, больше такой минерал нигде обнаружен не был.

Предложите своё объяснение, почему так могло получиться.

6. С 4 по 11 апреля 2017 года в рамках проекта Event Horizon Telescope проводились наблюдения с целью получения изображения в радиодиапазоне участка неба, где предположительно находится чёрная дыра. Такие наблюдения проводились впервые.

Что предполагается увидеть на полученном изображении? В чём сложность таких наблюдений, почему они не проводились раньше? Почему для наблюдений были выбраны эти даты?

Почему, несмотря на то, что наблюдения уже закончены, сейчас мы не можем получить их полные результаты (эти результаты ожидаются к концу 2017 года)?

7. В результате обработки большого массива данных по наблюдению нейтронных звёзд была выявлена парадоксальная ситуация, для которой пока не найдено точного объяснения. Эти звёзды имеют близкие друг к другу параметры: состав (состоят в основном из нейтронов, в соответствии со своим названием), массу и радиус. Но при этом они очень сильно различаются по наблюдаемой светимости: разные нейтронные звёзды по-разному светятся в разных диапазонах (радио, рентгеновский, гамма), с постоянной по времени яркостью или изменяющейся со временем.

Предложите разумную гипотезу, объясняющую это парадокс.

Ответы и комментарии

Задание 1

Земные облака состоят из капелек и кристалликов воды. Облака на Венере, хотя и внешне похожи земные, на самом деле состоят из капелек серной кислоты.

Вода на Земле кроме облаков может находиться в самых разных местах в разных состояниях. Жидкая вода заполняет реки, озёра, подземные водоёмы, моря и океаны. В твёрдом состоянии (в виде снега и льда) вода может находиться на поверхности водоёмов и земли. Вода может входить в состав геологических пород. Также вода может находиться в воздухе в виде прозрачного невидимого пара. Облачность на Земле зависит от погоды: облака могут как образовываться, так и выпадать в виде дождя и снега и «растворяться» в воздухе, в зависимости от температуры и давления.

На Венере серной кислоте из облаков больше некуда деваться. Поверхность Венеры очень горячая, серная кислота там находиться не может — она сразу же испаряется.

Также можно отметить практически полное отсутствие сезонных колебаний температуры на Венере из-за малого угла наклона оси вращения. (Если установилась «облачная» погода, то такой она и будет всегда, раз ничего не меняется.)

Задание 2

Приводим одно из возможных объяснений.

В долине озера Севан за счёт интенсивного испарения воды с поверхности озера создаётся влажный микроклимат. С наступлением холодов в первую очередь «вымерзает» вода, находящаяся в атмосфере над озером, а затем уже лёд покрывает поверхность самого озера.

Влажность может понизиться по различным причинам. Прежде всего это уменьшение испарения с поверхности озера за счёт уменьшения площади свободной поверхности воды. Это может случиться из-за недостатка воды в озере из-за засушливой погоды в предыдущие сезоны и/или замерзания части поверхности. Дальше процесс развивается самостоятельно — уменьшение влажности ведёт к замерзанию всё большей площади поверхности озера, что уменьшает испарение и ещё больше уменьшает влажность.

Зато после того, как озеро замёрзнет, испарение воды с его поверхности практически прекращается и до весны будет «сэкономлен» большой запас воды, которая иначе бы испарилась за зиму. Это увеличит площадь поверхности озера, и, следовательно, интенсивность испарения и влажность в долине. Поэтому замерзание в последующие зимы будет менее вероятным.

Разумеется, это объяснение нельзя считать абсолютно точным и исчерпывающим (как и вообще любое простое объяснение сложного явления). А из-за редкости явления (1 раз в несколько десятилетий) проверить экспериментально это (а также любое другое) объяснение достаточно сложно.

Задание 3

Дальние планеты Солнечной системы находятся практически на эклиптике и перемещаются медленно. Поэтому, в зависимости от текущего расположения узлов лунной орбиты, покрытия либо происходят длительными сериями каждый сидерический месяц, либо не происходят вообще. (Сидерический месяц — время полного оборота Луны вокруг Земли (относительно звёзд) — составляет 27,321 земных суток).

Ближние планеты могут удаляться от эклиптики на довольно большие углы (до 9° градусов у Венеры), но и перемещаются по зодиаку быстро. Поэтому покрытия Луной этих планет наблюдаются с Земли не каждый месяц, но возможны в любом году.

Задание 4

Снег постоянно лежит на высоких горных вершинах, расположенных рядом с экватором. Например, на вершинах горы Маунт-Стэнли в Африке (Уганда) примерно в 50 км от экватора. На самом экваторе снег может выпадать время от времени в высокогорных районах Африки, Новой Гвинеи и Южной Америки. Возможно, снег выпадает и над экваториальной зоной океанов (надёжных данных по этому вопросу нет).

В Эквадорских Андах есть вулкан Каямбе, вершина которого расположена на расстоянии примерно 2 км от линии экватора, а ледник, спускающийся по южному склону, линию экватора пересекает. Скорее всего это единственное место на экваторе с постоянным снежно-ледяным покровом.

В Антарктиде в окрестностях береговой линии бывает положительная температура и даже иногда идут дожди. Соответственно, талая и дождевая вода образует небольшие реки (скорее даже ручьи).

Также в Антарктиде бывают потоки солёной воды, которые из-за высокой концентрации соли не замерзают и находятся в жидком состоянии. Например, Кровавый водопад — поток солёной воды, вытекающей из ледника и имеющей кроваво-красный цвет из-за большой концентрации солей железа. (Предполагается, что вода насыщается солями железа в результате деятельности микроорганизмов в подлёдном озере, откуда этот поток вытекает.)

Также имеются запасы воды под слоем льда, которые не являются абсолютно неподвижными. Перетоки этой воды с места на место также можно условно назвать реками.

Задание 5

Возможная гипотеза. Формирование минерала может происходить в результате большого количества последовательных физико-химических процессов. В том числе формирование первичной структуры и затем последовательное изменение состава и структуры в результате взаимодействия с другими геологическими породами в соответствующих условиях.

Цепочка таких взаимодействий и необходимых для них условий может быть достаточно сложной и длинной. И чем длиннее и сложнее цепочка, тем меньше вероятность её реализации. Поэтому могут быть и редкие и уникальные минералы, процесс образования которых достаточно сложен и вероятность его реализации небольшая.

В случае с минералам чаройтом вполне возможно, что вся последовательность подходящих условий реализовалась только в месте расположения данного месторождения.

Также возможно, что это месторождение не единственно, но ввиду редкости минерала в других местах он пока не был обнаружен и задокументирован. А поскольку ценность этого минерала не очень большая, специальные поиски его месторождений не проводились (как это делается для месторождений драгоценных камней и металлов).

Задание 6

Предполагается получить изображение горизонта событий чёрной дыры.

Видимый с Земли угловой размер горизонта событий очень мал. Соответственно, наблюдения имеют смысл только если угловое разрешение системы наблюдения лучше углового размера наблюдаемого объекта. Для этого необходима интерферометрическая система из нескольких телескопов. Ранее такой проект не удавалось реализовать из-за технической сложности.

Дата наблюдений была выбрана исходя из удобного расположения задействованных телескопов относительно объекта наблюдения и Солнца. В частности, поскольку в эксперименте задействован телескоп, находящийся в Антарктиде, существенным является благоприятный период наблюдений в этой местности, обусловленный сменой полярного дня и ночи и соответствующей солнечной засветкой.

На телескопе в Антарктиде был накоплен существенный объём данных, относящихся к данному эксперименту. Самый простой и дешёвый способ их оттуда забрать — дождаться окончания там полярной зимы и забрать диск с этими данными.

Передавать данные дистанционно или забирать диск во время полярной зимы — существенно сложнее и дороже.

Задание 7

Одна из гипотез, которая сейчас считается достаточно правдоподобной, связывает необычное «поведение» нейтронных звёзд с имеющимся около этих звёзд магнитным полем. Магнитное поле по величине, конфигурации, динамике изменения со временем может быть различным у разных звёзд.

Магнитное поле может «запасать» энергию и, уменьшаясь, выделять её в виде вспышки излучения. Излучение также может генерироваться в результате движения в магнитном поле с ускорением заряженных частиц.

Излучение по такому механизму может генерироваться не на всей поверхности звезды, а только в определённом месте. Если звезда вращается вокруг своей оси, такое излучение может периодически наблюдаться с Земли и пропадать.

Более подробное описание гипотезы, связанной с магнитным полем, можно прочитать, например, в публикации на портале «Астронет»:

<http://www.astronet.ru/db/msg/1335235>