

Районный этап всероссийской олимпиады школьников
по астрономии
в 2024/2025 учебном году в Санкт-Петербурге

7 класс

1. Расставьте перечисленные объекты в порядке увеличения их угловых размеров на небе и объясните свой ответ: Луна, Туманность Андромеды, Юпитер, Вега, Млечный Путь.
2. Ясной ночью интересующийся астрономией школьник на юге России видит полную Луну в созвездии Скорпиона. Долго ли придется школьнику ждать летних каникул?
3. Ровно 191 год назад на Земле можно было наблюдать «метеорный шторм», вызванный необычайно высокой активностью метеорного потока Леониды. Определите дату и день недели по действовавшему тогда в России календарю, когда наблюдалось это явление.
4. Известно, что современные электронные часы имеют такой кварцевый стандарт частоты, что в одной секунде уместается 2^N колебаний кристалла кварца (N — целое число). Обнаружено, что показывавшие в некоторый момент в точности правильное время такие часы через месяц начинают спешить примерно на 5 минут. Определите число N .
5. Известно, что радиус Цереры в 3.6 раза меньше, чем у Луны, и при этом Церера в 100 раз легче её. Оцените, во сколько раз средняя плотность Цереры меньше средней плотности Земли.

**Районный этап всероссийской олимпиады школьников
по астрономии
в 2024/2025 учебном году в Санкт-Петербурге**

7 класс, критерии оценивания

1. Расставьте перечисленные объекты в порядке увеличения их угловых размеров на небе и объясните свой ответ: Луна, Туманность Андромеды, Юпитер, Вега, Млечный Путь.

Решение:

Правильный ответ: Вега, Юпитер, Луна, Туманность Андромеды, Млечный Путь. Вега — звезда, видимые угловые размеры всех звезд, кроме Солнца, очень малы. Юпитер — планета Солнечной системы, видимая как протяженный объект уже даже в бинокль или небольшой телескоп. Луна — очевидно протяженный объект с угловым диаметром около $0^{\circ}.5$. Туманность Андромеды — ближайшая к нам крупная галактика, угловые размеры которой превышают 1° . В галактике Млечный Путь мы находимся и его угловые размеры на небе составляют 360° .

Комментарии к оцениванию:

При оценивании ответа подсчитывается количество объектов, размещенных на правильном месте в списке, после чего за этот этап выставляется оценка, равная данному количеству (т.е. полностью правильный ответ оценивается 5 баллами). Оставшиеся баллы выставляются за обоснование того, что Вега меньше Юпитера (1 балл), обоснование или указание на то, что Туманность Андромеды больше Луны (1 балл), обоснование того, что Млечный Путь больше всех остальных объектов, или указание на то, что он имеет угловой размер 360° (1 балл).

2. Ясной ночью интересующийся астрономией школьник на юге России видит полную Луну в созвездии Скорпиона. Долго ли придется школьнику ждать летних каникул?

Решение:

Поскольку Луна полная, то Солнце должно находиться в зодиакальном созвездии, противоположном Скорпиону. В Скорпионе Солнце находится в последней декаде ноября, а это означает, что школьник смотрит на Луну в последней декаде мая. Таким образом, летние каникулы уже практически начались.

Комментарии к оцениванию:

Вывод о том, что Солнце находится в созвездии, противоположном Скорпиону — 3 балла. Явное или косвенное упоминание, что Солнце находится в Скорпионе в конце ноября — 3 балла. Формулировка окончательного ответа — 2 балла. В случае, если участник считает, что Солнце находится в Скорпионе в конце октября и до 20-х чисел ноября, второй этап оценивается полностью, а третий — нет, итоговая оценка составляет 6 баллов.

3. Ровно 191 год назад на Земле можно было наблюдать «метеорный шторм», вызванный необычайно высокой активностью метеорного потока Леониды. Определите дату и день недели по действовавшему тогда в России календарю, когда наблюдалось это явление.

Решение:

Сегодня 13 ноября 2024 года — среда. «Метеорный шторм» произошёл ровно 191 год назад, в $2024 - 191 = 1833$ году. Таким образом, нам надо определить день недели 13 ноября 1833 года по григорианскому календарю и дату, соответствующую этому дню в использовавшемся тогда в России календаре.

В XIX веке в России использовался юлианский календарь, который тогда отставал от григорианского на 12 дней. Поэтому искомая дата — 1 ноября 1833 года. Осталось найти день недели.

Удобства ради сразу перейдем к юлианскому календарю. В XX и XXI веках даты в календарях отличаются на 13 суток, поэтому сегодня 31 октября 2024 года по юлианскому календарю. Таким образом, 1 ноября 2024 года в нем же — четверг. Каждые 28 лет дни недели календарного года в юлианском календаре повторяются (поскольку это общее кратное 4 и 7), поэтому подберем ближайшее к 191 число, делящееся на 28.

Таким числом оказывается 196. Отсюда мы можем сделать вывод, что 196 лет назад, 1 ноября 1828 года по юлианскому календарю — четверг. Тогда 1 ноября 1829 года — пятница, 1 ноября 1830 года — суббота, 1 ноября 1831 год — воскресенье, 1 ноября 1832 года — вторник (поскольку 1832 год високосный). В итоге получаем, что 1 ноября 1833 года в России — среда.

Комментарии к оцениванию:

Правильное определение года — 1 балл. Правильное определение даты (1 ноября) — 3 балла. Если участник ошибается в определении даты не более чем на 1 день, то вместо предыдущих 3 баллов выставляется 1, а последующее определение дня недели оценивается исходя из использованной им даты.

Корректный переход к юлианскому календарю или аналогичное рассуждение с использованием григорианского календаря — 3 балла. Итоговый правильный день недели (с учетом возможной ошибки в определении даты) — 1 балл.

4. Известно, что современные электронные часы имеют такой кварцевый стандарт частоты, что в одной секунде уместается 2^N колебаний кристалла кварца (N — целое число). Обнаружено, что показывавшие в некоторый момент в точности правильное время такие часы через месяц начинают спешить примерно на 5 минут. Определите число N .

Решение:

Если стандарт частоты позволяет совершать 2^N колебаний в секунду, это означает, что точность измерения одной секунды такими часами составляет 2^{-N} . Если каждая секунда измерена с такой точностью, то за месяц накапливается заметная ошибка, которая и приводит к тому, что часы начинают показывать уходящее вперед или назад время.

Оценим число секунд в месяце: $30 \text{ дней} \times 24 \text{ часа} \times 60 \text{ минут} \times 60 \text{ секунд} \approx 2.6 \times 10^6$ секунд. Изменение числа дней на 31 или 28 лишь немного поменяет коэффициент (примерно на 10%), что совершенно не скажется на значении **целого** числа N . Получаем, что за месяц накопилась ошибка, равная $2.6 \times 10^6 \cdot 2^{-N}$ секунд, и эта величина примерно равна 5 минут = 300 секунд по условию задачи. То есть:

$$2.6 \times 10^6 \cdot 2^{-N} \approx 300 \quad \Rightarrow \quad 2^N \approx 0.8667 \times 10^4 = 8667$$

Вспоминая о том, что коэффициент 2.6 был определен с точностью 10%, получаем, что и полученное число 8667 определено с той же погрешностью, то есть значение 2^N лежит в диапазоне от 7800 до 9554. Единственная степень двойки, которая входит в этот интервал — это $8192 = 2^{13}$.

Таким образом, $N = 13$.

Комментарии к оцениванию:

Оценка числа секунд в месяце — 3 балла. Понимание связи между этим числом и 5-минутной ошибкой (явно выписанное в решении или неявно используемое в дальнейшем) — 3 балла. Получение итогового ответа — 2 балла.

5. Известно, что радиус Цереры в 3.6 раза меньше, чем у Луны, и при этом Церера в 100 раз легче её. Оцените, во сколько раз средняя плотность Цереры меньше средней плотности Земли.

Решение:

Луна примерно в 4 раза меньше Земли и в 80 раз легче её. Это означает, что радиус Цереры R в 14.4 раз меньше земного, а масса Цереры в 8000 раз меньше массы Земли.

Поскольку плотность прямо пропорциональна массе тела и обратно пропорциональна кубу его размера, получаем, что плотность Цереры в $8000/14.4^3 \approx 2.7$ раза меньше плотности Земли.

Комментарии к оцениванию:

Оценка соотношения размеров Земли и Луны — 2 балла. Оценка соотношения масс Земли и Луны — 2 балла. Зависимость плотности от массы и радиуса — 2 балла. Итоговый ответ — 2 балла.