

II Российская астрономическая олимпиада «Малая Медведица»

для учащихся 5–7 классов

Центральный оргкомитет:

URL: <http://www.astroturnir.ru/um2019/>

e-mail: s.maslikov@mail.ru, astroturnir@mail.ru

Заключительный этап

2 – 7 декабря 2019 г.

Решение задач теоретического тура (5-6 класс)

1. **Объекты и явления.** Не бывает фиолетовых дыр. Красное смещение – сдвиг спектра излучения в красную (длинноволновую) сторону из-за удаления объекта (благодаря эффекту Доплера). Чёрная дыра – космический объект, гравитационное притяжение которого настолько велико, что вырваться из неё не могут даже объекты, движущиеся со скоростью света (даже фотоны – кванты света). Зелёный луч – это оптическое явление, появление которого происходит в последний момент захода солнечного диска за горизонт или его восхода из-за горизонта. Белый карлик, красный карлик, голубой гигант, красный гигант – звёзды. Термины «коричневый карлик» и «бурый карлик» обозначают одно и то же – субзвёздный объект, то есть, объект, по своим характеристикам занимающий промежуточное положение между планетой и звездой. Чаще употребляется термин «коричневый карлик», термин «бурый карлик» используют петербургские астрономы.
2. **Объекты и персоны.**
 - 2.1. «Прогресс». «Восток», «Восход», «Джемини», «Союз», и «Аполлон» – пилотируемые космические корабли, а «Прогресс» – грузовой транспортный корабль.
 - 2.2. Здесь возможны два ответа.
 1. **Плутон** и **Веста**. Фобос, Ио, Луна, МКС и Тритон – объекты, обращающиеся вокруг больших планет, а **Плутон** и **Веста** – карликовая и малая планеты Солнечной системы.
 2. **МКС**. Фобос, Ио, Луна, Плутон, Тритон и Веста – естественные объекты, обращающиеся вокруг Солнца или больших планет, а **МКС** – искусственный объект.
 - 2.3. **Валерий Быковский**. Томас Стаффорд (США), Вэнс Бранд (США), Дональд Слейтон (США), Алексей Леонов (СССР) и Валерий Кубасов (СССР) – участники первого международного космического полёта (июль 1975 г., программа «Союз–Аполлон»), а **Валерий Быковский** (СССР) – космонавт, совершивший полёт на космическом корабле «Восток-5» (июнь 1963 г.).
 - 2.4. **Широта**. Галактическая широта, склонение, прямое восхождение, зенитное расстояние – это характеристики положения небесных объектов на небесной сфере, а **широта** – координата на земной поверхности.
3. **За Полярным кругом.**
 - Созвездие Большая Медведица изображено очень близко к горизонту – в местах обитания белых медведей такого не бывает.
 - Луна не бывает в созвездии Большой Медведицы.
 - Неправильное соотношение размеров Луны и созвездия Большой Медведицы – относительно размеров ковша Луна должна быть существенно меньше.
 - Для ночного времени неправильно показана ориентация серпа Луны – освещённая часть изображена так, будто Солнце находится над горизонтом.
 - На рисунке изображены сразу 4 объекта, выглядящих как метеоры или болиды. Вероятно, именно их и хотел изобразить художник. Но известно, что даже два метеора одновременно наблюдать практически невозможно, не говоря уже о трёх или

четырёх. Единственное предположение, что в качестве метеорных тел выступают вошедшие в атмосферу остатки выводимой с орбиты космической станции.

4. Меркурий на фоне Солнца.

4.1. Прохождение Меркурия по диску Солнца происходит во время его нижнего соединения, рисунок справа. Для вычисления расстояния берём табличные данные. Расстояние от Земли до Солнца равно одной астрономической единице, от Солнца до Меркурия – 0,387 а.е. Таким образом, от Земли до Меркурия:



$$1 - 0,387 = 0,613 \text{ а.е.}$$

1 астрономическая единица равна 149 600 000 км.

$$0,613 \times 149\,600\,000 \text{ км} \approx 91\,700\,000 \text{ км.}$$

Примечание: в действительности Меркурий во время этого прохождения находился близ перигелия своей орбиты, поэтому расстояние от него до Солнца меньше, чем мы посчитали, а до Земли – больше.

4.2. Можно наблюдать прохождения внутренних планет, то есть, Меркурия и Венеры.

5. Прохождение Меркурия.

5.1. Прохождение Меркурия по диску Солнца можно увидеть из любой точки, где во время этого прохождения Солнце находится над горизонтом. 11 ноября Солнце будет видно на всех упомянутых широтах кроме Северного полюса.

При этом полезно упомянуть очевидную, но, всё же, совершенно необходимую деталь. Конус, из которого Меркурий виден на фоне Солнца – это угловой размер Солнца, видимый с Меркурия. Поскольку Меркурий всегда находится ближе к Солнцу, чем к Земле, линейный размер сечения конуса на расстоянии Земли будет больше размера Солнца, то есть на два порядка превосходит размер Земли.

На Южном полюсе полярный день, Солнце всегда над горизонтом, Американский учёный видит прохождение независимо от того, в какое время это будет происходить.

На Северном полюсе полярная ночь и белый медведь в любом случае ничего не увидит.

На всех остальных широтах 11 ноября бывает и день, и ночь. Но, поскольку в условии сказано, что явление происходило в районе полудня по местному времени, получаем, что его увидят все животные б) – з).

5.2. На рисунках надо изобразить грустного белого медведя, который не видит прохождения Меркурия и довольных (своими наблюдениями) всех остальных животных и американского учёного.

6. **Светлое время суток.** Самая большая продолжительность светлого времени суток бывает в день летнего солнцестояния (22 июня), самая маленькая – в день зимнего солнцестояния (22 декабря). Соответственно, чем дальше дата отстоит от дня зимнего солнцестояния, тем больше продолжительность светлого времени суток в эту дату. От 22 декабря до 6 февраля – 46 дней. От 4 декабря до 22 декабря – 18 дней. Соответственно, 6 февраля световой день длиннее.

7. **Кольцеобразные затмения.** Затмения происходят в новолуние. Каждое следующее новолуние происходит в среднем через 29,53 суток. Новолуние в июне 2020 г. состоится через 6 лунных месяцев, то есть, примерно через $6 \times 29,53 = 177,18$ суток. 177 дней после вечера 26 декабря – это вечер 20 июня. В действительности, из-за эллиптичности лунной орбиты реальное время между полнолуниями может немного

меняться. В нашем случае это приведёт к тому, что затмение будет несколько позже вычисленного – утром 21 июня.

8. (5 класс). Новый год у пингвинов.

- В Антарктиде в Новый год – полярный день, небо должно быть светлым, без звёзд.
- Солнце должно быть над горизонтом, соответственно рожки серпа Луны должны быть направлены хотя бы чуть-чуть вниз.
- Нарисованы звёзды на фоне тёмной части лунного диска.
- Ну и ошибка конкретно Нового 2020 года. В Новый 2020 год Луна будет молодой. Её возраст составит 5 дней (это легко понять, прочитав условие предыдущей задачи). Казалось бы, тут фаза Луны показана сравнительно верно. Но ведь на картинке – южное полушарие. Там наоборот, серп молодой Луны выглядит как буква «С».

Примечание. В принципе, ошибкой также можно считать расположение звёзд. Конфигурации, изображённой на картинке, не существует.

8. (6 класс). Кольцо солнечного диска. Во время затмения лунный диск затмевает $0,97^2 = 0,9409 \approx 0,94$ площади солнечного диска. Светить будет лишь незакрытая часть (кольцо) солнечного диска. В кольце остаётся примерно $1 - 0,94 = 0,06$ общей площади солнечного диска. Значит, света будет меньше в $1/0,06 \approx 17$ раз.

9. (6 класс). Марсианский год.

Продолжительность марсианского года в земных сутках составляет

$$T = 365,24 \text{ сут} \times 1,881 \approx 687 \text{ сут.}$$

Продолжительность марсианских суток в земных сутках равна

$$t = (24^{\text{Ч}} + 39,6^{\text{М}}) / 24^{\text{Ч}} \approx 1 + 39,6^{\text{М}} / 1440^{\text{М}} \approx 1,0275.$$

Таким образом, марсианский год содержит

$$N = 687 \text{ сут} / 1,0275 \approx 668,6 \text{ марсианских суток.}$$