

XXIII Открытая олимпиада Центральной России – LVII Олимпиада ННЦ по астрономии и физике космоса

Решения задач для 7 класса

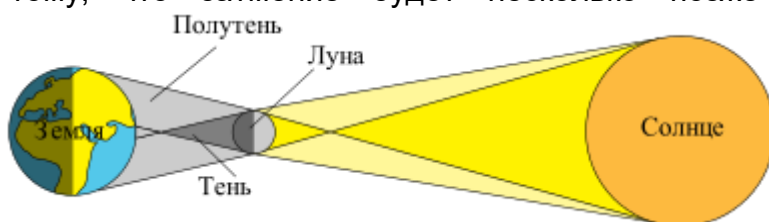
1. Открытие Антарктиды.

- 1.1. Русская экспедиция, конечно, вела записи по «старому стилю» – Юлианскому календарю, по которому Россия жила до февраля 1918 года. В XIX веке различие стилей составляло 12 дней, поэтому дата открытия Антарктиды по «новому стилю» – 28 января. Юбилей открытия отпраздновали 28 января 2020 года.
- 1.2. 28 января 2020 года был вторник. В двухстах прошедших григорианских годах было 49 високосных лет: все, кратные четырём, кроме 1900-го. Таким образом, общее число дней, прошедших между открытием и юбилеем – $200 \times 365 + 49 = 73049$, или 10435 полных недель и ещё четыре дня. Четыре дня ранее вторника – это пятница. Следовательно, Антарктида была открыта в пятницу.

2. **Открытие Америки и Антарктиды.** Ответ: Экспедиция Беллинсгаузена-Лазарева. Они посетили южные широты, таким образом, увидев множество звёзд, ранее ими не наблюдававшихся. Экспедиция Колумба путешествовала только в северном полушарии и видела примерно те же звёзды, что и дома.

3. Тибетский новый год и затмение.

- 3.1. Поскольку в задаче говорится про лунный календарь, а сегодня вечером будет новолуние (это вы должны помнить), очевидно, Тибетский новый год связан с новолунием.
- 3.2. Солнечные затмения происходят в новолуние. Каждое следующее новолуние происходит в среднем через 29,53 суток. Новолуние в июне 2020 г. состоится через 4 лунных месяца, то есть, примерно через $4 \times 29,53 = 118,12$ суток. 118 дней после вечера 23 февраля – 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.
- 3.3. Примерная схема изображена справа. Важно, что конус тени не доходит до поверхности Земли.
- 3.4. 20-21 июня Солнце (и, естественно, солнечное кольцо во время затмения) находится на границе созвездий Тельца и Близнецов. (Оба ответа можно считать правильными). А вот звёзд никаких видно не будет. При кольцеобразном солнечном затмении небо светлое, дневное.



4. **Кольцо солнечного диска.** Во время затмения лунный диск затмевает $0,994^2 = 0,988036 \approx 0,988$ площади солнечного диска. Светить будет лишь незакрытая часть (кольцо) солнечного диска. В кольце остаётся примерно $1 - 0,988 = 0,012$ общей площади солнечного диска. Значит, света от Солнца придёт примерно в $1/0,012 \approx 83$

Данные из сопроводительных таблиц могут быть использованы в любой задаче.

раз меньше. Известно, что уменьшение света в $2,512 \approx 2,5$ раза соответствует изменению звёздной величины на 1. Поскольку спрашивается дать ответ в целых числах, далее можно решить задачу методом перебора целочисленных значений и нахождения наиболее близкого значения.

Изменение на 1 зв.величину – уменьшение света в $2,512 \approx 2,5$ раза.

Изменение на 2 зв.величины – уменьшение света в $2,512^2 = 6,31 \approx 6$ раз.

Изменение на 3 зв.величины – уменьшение света в $2,512^3 = 15,85 \approx 16$ раз.

Изменение на 4 зв.величины – уменьшение света в $2,512^4 = 39,81 \approx 40$ раз.

Изменение на 5 зв.величин – уменьшение света в $2,512^5 = 100$ раз.

Получаем, что наиболее близкое к нашей ситуации целочисленное значение – 5.

Ответ: примерно на 5 звёздных величин.

Примечание. В реальности – больше. Из-за потемнения к краю солнечного диска яркость его внешнего кольца явно меньше, кольцо светит слабее, чем 1% от всего диска, звёздная величина Солнца изменится больше, чем на 5 звёздных величин.

5. Тесное соединение. 21 декабря 2020 года Юпитер и Сатурн для земного наблюдателя будут находиться вблизи соединения (т.к. Солнце в этот день в Стрельце, близко к Козерогу). Это означает, что расстояние от Земли до Юпитера составит $1 \text{ а.е.} + 5,2 \text{ а.е.} = 6,2 \text{ а.е.}$, до Сатурна – $1 \text{ а.е.} + 9,6 \text{ а.е.} = 10,6 \text{ а.е.}$ Из рисунка видим, что Земля, Юпитер и Сатурн образуют треугольник, в котором угол «Сатурн» и угол «Земля» соотносятся также, как расстояния «Земля-Юпитер» и «Сатурн-Юпитер», то есть, как $6,2/4,4$. Таким образом, Юпитер и Земля из окрестностей Сатурна будут видны под углом

$$\beta = 6' \times 6,2/4,4 = 8,5'.$$

Примечание: конечно, можно написать формулы углов или малых углов. Но для многих семи-восьмиклассников синусы и тангенсы ещё неведомы, в то время, как соотношение «расстояние в N раз больше – угол в N раз меньше» вполне очевидно.

6. Меркурий на фоне Солнца.

6.1. Прохождение Меркурия по диску Солнца происходит во время его нижнего соединения, рисунок справа.

6.2. Для вычисления расстояния берём табличные данные. Расстояние от Земли до Солнца равно одной астрономической единице, от Солнца до Меркурия – $0,387 \text{ а.е.}$ Таким образом, от Земли до Меркурия:

$$1 - 0,387 = 0,613 \text{ а.е.}$$

1 астрономическая единица равна $149\,600\,000 \text{ км.}$

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

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.

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

7. Прохождение Меркурия 11 ноября.

Данные из сопроводительных таблиц могут быть использованы в любой задаче.



7.1. 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).

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

8. Самолёт и Луна.

8.1. Угловой размер самолёта составляет примерно половину лунного диска, т.е. около $15'$. При длине самолёта L от 30 до 40 м (современный лайнер) получаем расстояние $3438 \cdot L / 15$, т.е. от 7 до 9 км – вполне разумный ответ.

8.2. Определить стороны горизонты нам поможет рельеф Луны. Лунный терминатор проходит приблизительно с севера на юг (север слева, где Море Дождей). Нос самолёта проецируется на Море Кризисов, следовательно, сверху на картинке лунный восток, смотрящий на земной запад). Направление полёта самолёта – запад-северо-запад.

8.3. Поскольку самолёт мы видим «снизу», Луна находится высоко над горизонтом, вблизи кульминации. Судя по положению терминатора, возраст Луны 8-9 суток, и кульминирует она в 19-20 часов местного времени.

8.4. Т.к. Луна кульминирует вблизи зенита, фото сделано в тропических широтах. (Действительно, фото сделано на северо-востоке Австралии).

Данные из сопроводительных таблиц могут быть использованы в любой задаче.