



XVII Санкт-Петербургская астрономическая олимпиада

районный тур, решения

2009

5
декабря

7–8 классы

1. Близнецы, Овен, Рак, Стрелец, Телец. Укажите лишнее в этом списке и обоснуйте свой выбор.

Решение:

Все перечисленные созвездия, кроме Стрельца, находятся в северном полушарии (в частности, Солнце находится в них в весенне-летний период), а Стрелец — созвездие южного полушария.

2. Метр был определен как $1/20\,000\,000$ длины дуги земного меридиана. А какой длины был бы «лунный метр», определенный аналогичным образом на Луне? Радиус Луны 1 700 км.

Решение:

Длина дуги меридиана — это половина длины окружности с радиусом, равным радиусу планеты. Длина окружности L связана с ее радиусом R соотношением $L = 2\pi R$. Тогда «лунный метр» будет равен (в земных метрах)

$$\frac{\pi R_{\text{л}}}{20\,000\,000} = \frac{3.14 \cdot 1\,700 \cdot 1\,000}{20\,000\,000} \approx 0.27 \text{ м}$$

Можно решить задачу и по-другому. Отношение длины «лунного метра» к длине земного будет равно отношению радиусов Луны и Земли, т.е. $1\,700/6\,400 \approx 0.27$.

3. 2 декабря этого года Луна была в полнолунии. В каком созвездии она при этом находилась? Объясните свой ответ.

Решение:

То, что Луна была в полнолунии, означает, что она находилась в противоположной Солнцу точке неба. Следовательно, она находилась в том созвездии, в котором Солнце бывает около 2 июня (разница в полгода с 2 декабря), т.е. в Тельце.

4. В каком году в первый раз после 2009 года в феврале будет 5 воскресений?

Решение:

Следует отметить, что 5 воскресений в феврале будет только в том случае, если год будет високосным (т.е. в феврале будет 29 дней) и 1-е (а, соответственно, и 8-е, 15-е, 22-е и 29-е) февраля будет воскресеньем.

Выясним, как меняются недели, соответствующие 1 февраля, из года в год. Так как в обычном (невисокосном) году 365 дней, 365 при делении на 7 дает в остатке 1, то это означает, что в году, следующем за невисокосным, день недели, соответствующий 1 февраля, сдвигается на один вперед. Аналогичным образом получаем, что в году, следующем за високосным, сдвиг происходит на два дня недели вперед. В каждой

группе из четырех лет три невисокосных года и один високосный, поэтому за четыре года 1 февраля сдвинется на пять дней недели вперед (или, что то же самое, на два дня недели назад).

1 февраля 2010 года будет понедельником (это несложно посчитать, помня, какой сегодня день недели). Тогда, рассуждая так, как описано выше, делаем вывод, что 1 февраля 2011 года — вторник, а 1 февраля 2012 года — среда. Далее можно двигаться только по високосным годам. Так как дни недели, соответствующие некоторым датам, в точности повторяются каждые 28 лет (это наименьшее общее кратное числа 7, соответствующего недельному циклу, например, для 1 января, и числа 4, соответствующего високосному циклу), то перебирать придется небольшое количество вариантов — заведомо не больше семи. 1 февраля в 2016 году — понедельник, в 2020 году — суббота, в 2024 году — четверг, в 2028 году — вторник, и, наконец, в 2032 году — воскресенье.

Еще проще заметить, что так как 1 февраля 2012 года будет средой, то это означает, что 1 февраля 2008 года было пятницей, а 1 февраля 2004 года — воскресеньем. Остается прибавить 28 к 2004 и получить тот же ответ — 2032 год.

5. Известно, что фотон (квант, т.е. частица света), возникший в центре Солнца, добирается до его поверхности через 30 миллионов лет после своего рождения. Оцените среднюю скорость перемещения фотона от центра Солнца до поверхности, если известно, что радиус Солнца примерно в 200 раз меньше расстояния от Солнца до Земли, а расстояние от поверхности Солнца до Земли фотон преодолевает за 500 секунд.

Решение:

Заметим, что после вылета с поверхности Солнца фотон движется со скоростью, равной скорости света в вакууме (и тратит на это 500 с). Из условия следует, что внутри Солнца расстояние, в 200 раз меньшее, фотон проходит за время, большее в

$$\frac{30\,000\,000 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}{500} \approx 2\,000\,000\,000\,000 \text{ раз}$$

В принципе, уже можно сказать, что средняя скорость перемещения фотона внутри Солнца равна одной четырехсоттриллионной скорости света в вакууме. Если помнить, чему равна последняя (примерно 300 000 км/с), то можно сразу получить, что фотон перемещается от центра Солнца к поверхности со средней скоростью 0.0007 мм/с.

Если скорость света неизвестна, то ее можно получить, зная расстояние от Земли до Солнца (150 млн. км) и время, в течение которого фотон летит от Солнца до Земли. Затем полученный результат можно использовать так, как описывалось выше.

Примечание: Столь низкая средняя скорость перемещения фотона из центра Солнца на поверхность связана с тем, что фотон движется не по прямой, постоянно поглощаясь и переизлучаясь по дороге. Можно показать, что в центральной части Солнца расстояние, которое среднему фотону удастся проходить по прямой, оказывается меньше миллиметра (а радиус Солнца составляет около 700 тыс. км). В результате траектория фотона оказывается крайне запутанной, пройденный путь — очень большим, а средняя скорость перемещения — очень малой.