



Районный этап
Всероссийской олимпиады
по астрономии
Санкт-Петербург

2016
28
ноября

5–7 классы

1. Радиус орбиты Нептуна 30 а.е., Юпитера — 5 а.е. Какая из этих планет через один земной год заметнее для земного наблюдателя сдвинется на фоне звезд? Почему?

Решение:

Поскольку через год Земля вернется в исходную точку на орбите, надо понять, какая из планет сильнее переместится за одно и то же время для как бы «неподвижной» Земли. Известно, что период обращения планет вокруг Солнца быстро увеличивается с ростом радиуса орбиты, следовательно, за один год более близкая к Солнцу планета совершит большую часть своего оборота вокруг Солнца и сдвинется для земного наблюдателя на больший угол. Из заданных планет Юпитер ближе к Солнцу, следовательно, он сдвинется сильнее.

Б.Б.Эскин

2. Иногда в одном календарном месяце происходят сразу два полнолуния, хотя это достаточно редкое событие. Но совсем редко по два полнолуния происходят сразу в двух календарных месяцах одного года. В какие месяцы года это может произойти? Объясните свой ответ.

Решение:

Чтобы два полнолуния произошли в одном календарном месяце, надо, чтобы продолжительность этого месяца была больше, чем периода между двумя последовательными полнолуниями (последний называется синодическим месяцем и составляет 29.5 суток). Тогда возможна ситуация, что одно полнолуние происходит в самом начале месяца, а второе — в самом его конце. Однако если следующий месяц настолько короткий, что во время него полнолуние произойти не успеет, то в следующем после него месяце ситуация повторится: в течение него опять будут наблюдаться два полнолуния, одно в самом начале, другое — в конце.

Если продолжительность синодического месяца известна, то совершенно очевидно, что тем промежуточным месяцем, когда полнолуний может вообще не быть, может оказаться только февраль. Если же она неизвестна, то аналогичный вывод можно сделать, поняв, что искомый календарный месяц должен быть, во-первых, короче синодического, во-вторых, месяцы с такой продолжительностью должны встречаться достаточно редко (иначе описанная в условии ситуация не будет «совсем редкой»), т.е. месяцы с продолжительностью 30 суток, скорее всего, уже не годятся.

Ну а тогда два месяца года, в каждом из которых возможны два полнолуния — январь и март.

М.В.Костина

3. Атмосфера звезды на 70% по массе состоит из водорода и на 30% — из гелия. Во сколько раз в атмосфере звезды больше атомов водорода, чем атомов гелия, если известно, что масса одного атома гелия в четыре раза больше, чем масса одного атома водорода?

Решение:

Пусть x — число атомов водорода в атмосфере, а y — число атомов гелия. Из условия следует, что

$$\frac{x}{4y} = \frac{70}{30},$$

т.е. $3x = 28y$. Следовательно, отношение числа атомов водорода к числу атомов гелия $x/y = 28/3 \approx 9$.

П.А.Тараканов

4. 30 сентября 2016 года произошло покрытие Юпитера Луной. Определите длительность покрытия и день недели, в который произошло это событие. Свой ответ подтвердите расчетами.

Решение:

Начнем с определения дня недели. Поскольку тур проходит 28 ноября в понедельник, то и последний день октября (31 октября) также был понедельником (28 делится без остатка на 7). Следовательно, 3 октября ($31 - 28 = 3$) также понедельник, а дальше можно просто посчитать дни, выяснив, что 30 сентября — пятница.

Во время покрытия Юпитер почти не перемещается на фоне звезд (поскольку находится далеко от Земли), и продолжительность покрытия определяется Луной, которая движется по Юпитеру. Покрытие может быть, как говорят, «центральным» (когда Юпитер проходит за Луной по ее диаметру) и в таком случае, очевидно, будет наиболее продолжительным. Оценим продолжительность именно центрального покрытия.

Луна совершает один полный оборот по небу на фоне звезд за 27.3 суток (эта величина называется сидерическим месяцем). Впрочем, такая точность для решения задачи не нужна, вполне достаточно считать, что это занимает календарный месяц (т.е. примерно 30 суток). Следовательно, за одни сутки она перемещается на $360^\circ/27.3 = 13^\circ$ (или 12° , если оценка сидерического периода была более грубой). При этом угловой диаметр диска Луны составляет около $0^\circ.5$, и для прохождения такого расстояния по небу ей нужно $1/26$ (или $1/24$) часть суток. Соответственно, продолжительность центрального покрытия составляет примерно 1 час, если же покрытие будет не центральным, то она может быть и меньше.

В.В.Григорьев, П.А.Тараканов

5. Российские спортсмены вылетели в Бразилию для участия в Летних олимпийских играх. Из Петербурга самолет вылетел в 11 часов по московскому времени и приземлился в аэропорту Рио-де-Жанейро в 19 часов по местному времени. В обратный путь самолет вылетел в 9 часов утра по местному времени и приземлился в Петербурге в 5 часов утра по московскому времени. Оцените долготу Рио-де-Жанейро по этим данным. С какой точностью Вы можете это сделать? Учтите, что декретного времени в Бразилии нет, а перевод часов на летнее время существует.

Решение:

Пусть T — время, которое требуется самолету на перелет в одну сторону, а P — то, на сколько часов местное время в Петербурге обгоняет местное время в Рио-де-Жанейро (именно обгоняет, поскольку Петербург восточнее). Тогда из условия следует, что

$$\begin{cases} 11 + T - P = 19 \\ 9 + T + P = 5 + 24 \end{cases}$$

(добавка +24 во втором уравнении связана с тем, что самолет, очевидно, прилетел в Петербург уже в следующий календарный день после вылета, если ее не ввести, результаты

окажутся явно нелепыми). Решая эту систему уравнений, получаем, что $T = 14$ часов, $P = 6$ часов.

Теперь разберемся с поправками ко времени. В России есть декретное время, из-за которого все часы всегда переведены на час вперед, т.е. реальная разница часовых поясов между Петербургом и Рио-де-Жанейро составляет 5 часов. Летнее время в России не действует, т.е. соответствующих поправок нет. В Бразилии нет декретного времени, однако есть летнее. Но Бразилия расположена в Южном полушарии, и во время проведения Летней олимпиады (летом Северного полушария) в Бразилии зима. Следовательно, летнее время в Бразилии также не действует.

Осталось вспомнить (или сосчитать), что разница в 1 часовой пояс соответствует разнице долгот 15° ($360/24$), и, так как Петербург находится на долготе $+30^\circ$, то долгота Рио-де-Жанейро должна составлять примерно $30^\circ - 5 \cdot 15^\circ = -45^\circ$ или 45° западной долготы (реальное значение -43°).

М.В.Костина