



XXV Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
отборочный тур, решения

2017
23
ноября

8–9 классы

1. В какую сторону и с какой скоростью нужно двигаться марсианину, находящемуся на экваторе Марса, чтобы солнечные сутки для него длились столько же, сколько для неподвижного землянина на Земле? Период обращения Марса вокруг оси — 24 часа 37 минут, радиус Марса — 2.3 тыс. км.

Решение:

Солнечные сутки на Земле равны 24 часам. Для Марса 24 часа 37 минут — это звездные сутки, т.е. сидерический период обращения. Как известно, вследствие обращения планеты вокруг Солнца количество солнечных суток на ней в течение года оказывается на 1 меньше, чем звездных, поскольку планета, делая полный оборот вокруг Солнца, дополнительно еще один раз оборачивается вокруг своей оси относительно звезд (исключением является Венера, направление вращения которой вокруг оси противоположно направлению обращения вокруг Солнца). Звездные сутки на Земле на 4 минуты короче солнечных. Год на Марсе примерно в 2 раза длиннее, чем год на Земле, так что марсианские звездные сутки примерно на $4/2 = 2$ минуты короче марсианских солнечных. Следовательно, солнечные сутки на Марсе составляют 24 часа 39 минут.

Разность между длительностью солнечных суток на Земле и на Марсе составляет 39 минут (на Марсе сутки длиннее). 39 минут — это $39/(24 \cdot 60 + 39) \approx 0.026$ солнечных суток Марса. Следовательно, чтобы компенсировать разницу между длиной суток на Земле и Марсе, надо за марсианские сутки преодолеть расстояние, равное 0.026 длины экватора Марса. Радиус Марса $R_{\text{M}} = 2300$ км. Расстояние, которое надо преодолеть, $L = 2300 \cdot 2 \cdot 3.14 \cdot 0.026 = 382$ км. Отсюда находим скорость $v = L/(24 + 39/60) \approx 15$ км/ч.

Т.к. земные сутки короче марсианских, то марсианские надо немного уменьшить, т.е. двигаться навстречу Солнцу (на восток).

Отметим, что в условии задачи появилась незапланированная опечатка (радиус реального Марса больше на тысячу км), что, правда, никак не меняет идею решения задачи, авторское решение задачи (и численный результат) даны с учетом опечатки.

С.С.Савченко

2. В Санкт-Петербурге полная Луна видна в полночь на высоте 30° . Оцените ее высоту в полночь через две недели.

Решение:

За две недели Луна пройдет примерно половину своей орбиты и окажется (по отношению к звездам) в диаметрально противоположной точке неба. Но за те же две недели Солнце по отношению ко звездам сдвинется сравнительно немного (менее чем на 15°), соответственно, в полночь через две недели положение небесной сферы относительно Земли будет примерно тем же самым. Поэтому высота Луны будет примерно такой же по модулю, но отрицательной, т.е. $h \approx -30^\circ$.

Б.Б.Эскин

3. Туманность «Кошачья Лапа» (NGC 6334) имеет видимые размеры $40' \times 20'$ и расположена на расстоянии 1700 пк от Солнца. Во сколько раз по линейным размерам данная туманность превышает линейные размеры лапки кошки (считая их равными 3 см)?

Решение:

По определению парсека с расстояния в 1 пк астрономическая единица видна под углом $1''$. Поскольку максимальный размер туманности составляет $40' = 2400''$, а находится она на расстоянии 1700 пк, то ее линейные размеры составляют $2400 \times 1700 \approx 4 \cdot 10^6$ а.е. Одна астрономическая единица (радиус орбиты Земли) — это $1.5 \cdot 10^{11}$ м, поэтому линейные размеры туманности $6 \cdot 10^{17}$ м. Размер лапки кошки в метрах равен $3 \cdot 10^{-2}$, поэтому отношение размеров равно $2 \cdot 10^{19}$.

А.В.Веселова

4. Туманность NGC 6334 из предыдущей задачи была открыта английским астрономом Джоном Гершелем 7 июня 1837 года. В какой день недели это произошло?

Решение:

23 ноября 2017 года — день, когда проходит тур — четверг. Удобнее сначала рассчитать, каким днем недели было 23 ноября 1837 года. Между днем тура и 23 ноября 1837 года прошло ровно 180 лет. Каждый год день недели, на который выпадает какая-то определенная календарная дата, смещается на 1 день вперед, если февраль, предшествующий этой дате, был невисокосный, и на 2 дня, если високосный. Таким образом год, в котором все даты будут приходиться на такие же дни недели, точно наступит через $4 \times 7 = 28$ лет от исходного (может и раньше, но нас сейчас интересует максимальный период, т.к. 180 — это большое число). $180/28 = 6$ и 12 в остатке, т.е. календарь на 1837 год должен был бы повториться 12 лет назад, т.е. в 2005 году. За 12 лет день недели, соответствующий дате 23 ноября, сместится на 12 дней плюс еще 3 високосных (2008, 2012 и 2016 гг.), т.е. на 15 дней. Но надо помнить, что по используемому нами сейчас и голландцами в XIX веке григорианскому календарю 1900 год високосным не был, т.е. в 1900 году сдвиг произошел только на один день недели. Таким образом, общее смещение дня недели составит не 15, а только 14 дней, что равно ровно 2 неделям. Таким образом, 23 ноября 1837 — также четверг.

Между 7 июня и 23 ноября $23 + 31 + 30 + 31 + 31 + (30 - 7) = 169$ дней — это 24 недели и еще 1 день. Следовательно, день недели сместился на 1 день назад (т.к. мы отсчитываем от ноября к июлю) и это среда.

М.В.Костина

5. Около звезды Проксима Центавра недавно обнаружена планета. Как Вы думаете, какой примерно по яркости (самой яркой, т.е. первой, пятой, сотой и т.п.) звездой на ночном небе этой планеты является Солнце? Обоснуйте свой ответ.

Решение:

Проксима Центавра находится рядом с двойной звездой α Центавра (обычно считается, что все три звезды образуют тройную систему, хотя есть и точка зрения, что Проксима просто случайно сблизилась с двумя другими звездами), причем одна компонента α Центавра (α Cen A) похожа на Солнце, а вторая (α Cen B) несколько тусклее, соответственно, именно они и будут наиболее яркими звездами на ночном небе планеты (когда Проксима под горизонтом).

Далее можно вспомнить, что α Cen — третья по яркости звезда на ночном небе Земли. Поскольку обе звезды α Cen и Проксима — ближайšie к Солнцу звезды, можно предположить, что и на небе планеты у Проксимы Центавра Солнце будет третьей по яркости звездой, но без учета двух ближайших соседей Проксимы (которых у Солнца нет). Соответственно, Солнце окажется примерно пятой по яркости звездой.

Полученную оценку можно попытаться уточнить. Отметим, что если бы на земном небе невооруженным глазом можно было бы увидеть α Cen A отдельно, то эта звезда была бы не третьей, а четвертой, а на третьем месте оказался бы Арктур. Это красный гигант, он находится достаточно далеко от Солнца и, следовательно, на небе планеты у Проксимы будет иметь почти ту же яркость, что и на небе Земли, поэтому может оказаться ярче Солнца. Поэтому итоговый ответ можно сформулировать так: Солнце на ночном небе планеты у Проксимы Центавра будет примерно 5-6 звездой по яркости.

П.А.Тараканов