



XXVII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
отборочный тур, решения

2020

до 16
января

5–6 классы

1. Луна покрыла Альфу Змееносца 7 сентября. В какой при этом фазе была Луна?

Решение (8 баллов):

Сразу нужно отметить, что Альфа Змееносца находится далеко, почти в 36° , от эклиптики (видимого пути Солнца по небу), в чем можно убедиться, найдя сведения про эту звезду в справочнике или компьютерном планетарии. При этом Луна, двигаясь по своей орбите, максимально может отходить от эклиптики чуть больше, чем на 5 градусов. Таким образом, Луна никогда не сможет покрыть Альфу Змееносца. Тем самым вопрос о ее фазе 7 сентября неизвестного года (не 2019!) остается открытым.

Однако, если этот факт участником замечен не был, он мог решить задачу следующим образом (верным для тех звезд созвездия Змееносца, которые могут покрываться Луной, например, Теты). Солнце находится в созвездии Змееносца в первой половине декабря. Тогда с момента наблюдения до того, как Солнце окажется в Змееносце, пройдет примерно четверть года (3 месяца). При этом Луна в видимом годичном движении опережает Солнце на четверть года, то есть находится вблизи фазы первой четверти.

Оба решения засчитывались как правильные.

2. В июле 1972 года на Солнце произошла мощная вспышка и часть солнечного вещества достигла Земли всего за 14.6 часа. С какой средней скоростью (в км/с) двигалось солнечное вещество?

Решение (8 баллов):

Средняя скорость v равна отношению пройденного расстояния l ко времени t , которое было затрачено на движение. Среднее расстояние от Земли до Солнца равно 1 астрономической единице (около 150 млн. км). Время нужно перевести в секунды, чтобы итоговая скорость имела размерность км/с:

$$v = \frac{l}{t} = \frac{150 \cdot 10^6}{14.6 \cdot 60 \cdot 60} \approx 2850 \text{ км/с} \approx 2.9 \cdot 10^3 \text{ км/с.}$$

При вычислениях участники могли учесть также, что в июле Земля находится в афелии своей орбиты, т.е. расстояние между Землей и Солнцем самое большое и равно примерно 152 млн. км. Это приводит к ответу ≈ 2890 км/с, т.е. с нужной точностью ответ не изменится и останется равным $2.9 \cdot 10^3$ км/с.

3. Средние плотности Солнца и Юпитера практически совпадают. Но масса Юпитера в 10^3 раз меньше массы Солнца. Во сколько раз радиус Солнца больше радиуса Юпитера?

Решение (8 баллов):

Масса — это произведение средней плотности на объем, следовательно, раз плотности одинаковы, то объем Юпитера в 10^3 раз меньше объема Солнца. Объем двух тел одинаковой формы пропорционален третьей степени их размеров, следовательно, радиус Солнца больше радиуса Юпитера в $\sqrt[3]{1000} = 10$ раз.

4. В календаре мая использовался 9-дневный цикл, каждый день которого имел собственное название, 13-дневный цикл, в котором каждый день также имел собственное название (другое), и 20-дневный цикл, в котором каждый день имел еще одно дополнительное название. Сколько дней проходило между двумя последовательными повторениями полного названия дня (состоящего из всех трех частей)?

Решение (8 баллов):

Период повторения одинаковых названий — это наименьшее общее кратное трех периодов. Поскольку все три числа взаимно простые, повторения будут происходить с периодом, равным $9 \times 13 \times 20 = 2340$ дней.

5. Оцените, в каких пределах может изменяться продолжительность покрытия звезды Υ Тельца Луной.

Решение (8 баллов):

Минимальная продолжительность покрытия может оказаться нулевой (поскольку Луна может либо вообще не пройти по звезде, либо только коснуться ее краем диска). Максимальная же продолжительность будет достигаться тогда, когда по звезде пройдет центр диска Луны, поскольку в этом случае за время покрытия центр диска Луны должен будет пройти относительно звезд угловое расстояние, равное диаметру Луны. Так как требуется только оценка, то можно считать орбиту Луны круговой и вычислить среднюю угловую скорость, с которой движется Луна. Сидерический период Луны составляет 27.3 суток, за это время Луна проходит относительно звезд 360° . Следовательно, собственный диаметр, который в 720 раз меньше, она пройдет за в 720 раз меньшее время, т.е. за $27.3/720 \approx 0.038$ суток, что составляет около 0.9 часа.

Надо отметить, что Υ Тельца — это одна из немногих звезд, у которой был измерен видимый диаметр именно во время покрытий ее Луной.