

Решения задач муниципального этапа
Всероссийской олимпиады по астрономии
2019-2020 учебного года
10 класс

1. Смена фаз Луны происходит вследствие перемещения Луны относительно Земли и Земли относительно Солнца. Как бы изменился период между двумя полнолуниями, если бы Луна вращалась вокруг Земли по часовой стрелке?

Решение:

Проще всего данную задачу решать используя соотношением между синодическим и сидерическими периодами. Пусть T_1 – период обращения Луны вокруг Земли, а T_2 – период обращения Земли вокруг Солнца. Учтем, что Земля движется против часовой стрелки вокруг Солнца, а по условию – Луна по часовой стрелке вокруг Земли

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \Rightarrow \frac{1}{S} = \frac{1}{27,3} + \frac{1}{365} \Rightarrow S = 25,4 \text{ суток}$$

Запись уравнения – 2 балла, учет движения Луны вокруг Земли по часовой стрелке – 2 балла, получение верного ответа – 4 балла

2. Звезда Арктур имеет абсолютную звездную величину приблизительно равную $M = 0^m$. Найдите ее видимую звездную величину, окажись она на месте Солнца.

Решение: По идее, абсолютная величина Солнца – факт известный, но на тот случай, если это окажется не так, найдем эту величину. Видимая звездная величина Солнца $m = -26,8^m$

$M = m + 5 - 5 \lg(R)$, где R – расстояние до объекта в парсеках. Переводим астрономическую единицу в парсеки – $R = 1/206265$, и получаем $M = 4,8^m$. Т.е. абсолютная величина Солнца на 4,8 величин меньше, чем у Арктура. Таким образом и видимая звездная величина Арктура будет 4,8 меньше чем у Солнца, окажись он на расстоянии 1 а.е. от Земли, т.е. $m = -31,6$

Нахождение или знание абсолютной звездной величины Солнца – 4 балла, нахождение видимой звездной величины Арктура – 4 балла.

3. Геостационарный спутник Земли был запущен над точкой экватора, имеющей ту же долготу, что и Екатеринбург. Определите высоту этого спутника над математическим горизонтом из Екатеринбурга

Решение: тот факт, что геостационарный спутник висит над той точкой экватора, что имеет ту же долготу, что и Екатеринбург – существенно облегчает задачу. Это означает, что на небе Екатеринбурга спутник будет находиться в плоскости меридиана (в кульминации.) (3 балла). Из соответствующей точки экватора спутник наблюдается в зените, это значит, что угол отклонения Екатеринбурга от экватора будет равен зенитному расстоянию спутника, при наблюдении в Екатеринбурге. Таким образом, если $z = 56 \Rightarrow h = 90 - z \Rightarrow h = 90 - 56 = 34$ градуса (предположение о связи широты и зенитного расстояния спутника – 3 балла, верное вычисление – 2 балла).

4. В Древнем Риме новый год праздновался 1 марта. Это легко заметить из анализа названий месяцев, содержащих латинские числительные – октябрь, ноябрь, декабрь. Предположим, что весь мир вновь начал праздновать новый год 1 марта (2020 год таким образом наступит только 1 марта 2020 года). Какая дата по григорианскому календарю будет накануне нового 2100, 2200, 2300 и 2400 годов?

Решение:

Если новый год будет праздноваться 1 марта, то в не високосный год – предыдущая дата – 28 февраля. Если год високосный – 29 февраля.

В григорианском календаре – 2099, 2199, 2299 годы – не високосные, таким образом, предыдущая дата – 28 февраля. 2400 год – високосный, но дополнительный день будет вставлен в конце года, таким образом переход 2399 года на 2400 будет также осуществляться с 28 февраля на 1 марта, а вот с 2400 на 2401 – с 29 февраля на 1 марта. (8 балла, по 2 балла за год из предложенных).

5. С орбиты какой планеты Солнечной системы проще и дешевле запустить космический корабль, отправляющийся к другой звездной системе?

Решение: для того, чтобы запустить космический корабль к другой звездной системе, необходимо, чтобы он начал двигаться по орбите вокруг центра Галактики, т.е. преодолел гравитацию Солнца (за похожие рассуждения – 1 балл). Скорость корабля относительно Солнца

можно записать в виде уравнения $V = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$, (3 балла) где M – масса

Солнца, а R – расстояние от Солнца до места старта. В общем случае, если мы стартуем с планеты, необходимо учитывать еще вторую космическую скорость для старта с поверхности планеты, но в условии

написано, что мы стартуем с орбиты, т.е. без учета отрыва от планеты. Поэтому, анализируя формулу, понимаем, что чем больше расстояние, тем меньше скорость – т.е. удобнее стартовать с Нептуна (4 балла). С учетом второй космической для Нептуна, ответ, безусловно может измениться, но в данной задаче этого не требуется, но и не наказывается понижением баллов.

- б. Если бы угол наклона плоскости экватора относительно плоскости эклиптики на Земле был бы равен нулю – сезоны года перестали бы меняться. Склонение Солнца стало бы постоянным, и не зависело бы от даты. А как можно было бы тогда хотя бы примерно определить календарную дату, если высота Солнца в верхней кульминации всегда была бы одинакова и зависела только от широты?

Решение

Возможных предположений может быть достаточно много, но рекомендуется учитывать следующие:

А) Вращение Земли вокруг Солнца все равно продолжается, это значит, что меняется видимость тех или иных созвездий. Фактически, по первому появлению/исчезновению в году ярких заходящих и восходящих звезд можно оценить приблизительно дату (3 балла)

Б) Положение полной Луны относительно зодиакальных созвездий также говорит о положении Солнца в этих созвездиях. Так как можно связать прохождение Солнца через определенные созвездия с датами, по наблюдению полной Луны ее можно оценить (3 балла)

В) Также можно ввести некоторую связь с календарной датой с наблюдением в удобных конфигурациях внутренних и внешних планет Солнечной системы. Такой метод очень неточный, как и использование для оценки дат периодических метеорных потоков (по одному баллу за подобные или иные периодических астрономические явления).