**10 класс**

Проверка работ осуществляется Жюри олимпиады согласно стандартной методике оценивания решений:

|  |  |
| --- | --- |
| Баллы | Правильность (ошибочность) решения |
| 8 | Полное верное решение |
| 6-7 | полностью решенная задача с более или менее значительными недочетами; |
| 4-6 | частично решенная задача; |
| 2-3 | правильно угадан сложный ответ, но его обоснование отсутствует или ошибочно |
| 1-2 | сделана попытка решения, не давшая результата; |
| 0-1 | правильно угаданный бинарный ответ (да/нет) без обоснования |
| 0 | решение отсутствует или абсолютно некорректно |

**Задача 1**

Как расположены относительно горизонта точки весеннего и осеннего равноденствий во время кульминаций полюсов эклиптики?

**Решение**

Северный полюс эклиптики имеет экваториальные координаты α=18ч, δ=+66.5°, координаты южного полюса эклиптики: α=6ч, δ=–66.5°. Во время верхней кульминации северного полюса эклиптики и нижней кульминации южного полюса эклиптики звездное время составляет 18 часов. Точка весеннего равноденствия, имеющая координаты α=0ч, δ=0°, в этот момент восходит в точке востока, а точка осеннего равноденствия, имеющая координаты α=12ч, δ=0°, заходит в точке запада. Во время верхней кульминации южного полюса эклиптики и нижней кульминации северного полюса эклиптики звездное время составляет 6 часов, точка весеннего равноденствия совпадает с точкой запада, точка осеннего равноденствия – с точкой востока. Эти выводы в равной степени относятся ко всем широтам на Земле, кроме точек полюсов, где понятия кульминации, звездного времени и точек запада и востока теряют смысл.

**Задача 2**

Астроном, находящийся в Тамбове, наблюдает некоторую звезду в зените. Другой астроном, находящийся в другом городе, в тот же момент наблюдает ту же звезду около горизонта. Оцените расстояние между городами. На каких материках может находиться второй город?

**Решение**

Поскольку оба астронома наблюдают одну и ту же далекую звезду (отметим, что звезда не может быть Солнцем: в Тамбове оно в зените не бывает), то направление на нее из обоих городов должно совпадать. Однако в Тамбове это направление совпадает с направлением радиуса Земли, проведенного к городу, а в другом городе - перпендикулярно ему. Следовательно, радиусы, проведенные к Тамбову и другому городу, должны быть перпендикулярны друг другу. Поскольку Земля - шар, это означает, что расстояние между городами составляет четверть окружности Земли, т.е. около 10 тысяч километров. Кроме этого, можно заметить, что оба астронома наблюдали звезду одновременно. Отсюда можно сделать вывод, что оба города находятся примерно на одном и том же меридиане, иначе, когда в одном из них темно, в другом - будет светло, наблюдать звезды будет невозможно. Вспомнив, как выглядит карта Земли, можно понять, что возможный материк только один - Африка.

**Задача 3**

Какие созвездия изображены на рисунке?



**Решение**

На рисунке мы можем видеть созвездие Лебедя, имеющего вид креста, верхняя часть которого украшена яркой звездой Денеб, а справа находится созвездие Лиры с яркой звездой Вега.

**Задача 4**

С какой линейной скоростью движется Тамбов (широта 52° 43' 0'') за счет вращения Земли вокруг своей оси? Справочные данные: радиус Земли RЗ = 6400 км, cos 52°43'0''= 0.6055

**Решение**

Точка на экваторе Земли за счет суточного вращения движется со скоростью 2πRЗ/(24·3600) = 0.5 км/с. Радиус параллели на широте φ = 52° 43' 0'' меньше радиуса экватора в 1,65 раз. Таким образом, длина параллели 52° 43' 0'' в 1,65 раза меньше, чем длина экватора. Следовательно, линейная скорость движения Тамбова в 1,65 раза меньше, чем скорость точки на экваторе, т.е. 0.3 км/с.

**Задача 5**

Утром 6 июня 2012 жителям Земли представилась возможность наблюдать редкое астрономическое явление, когда Солнце, Венера и Земля выстроились в одну линию - прохождение Венеры по диску Солнца. Стать свидетелем этого явления повторно кому-либо из ныне живущих вряд ли удастся: следующее «мероприятие» состоится в далеком 2117 году. Насколько могли отличаться моменты первого контакта дисков Солнца и Венеры при наблюдении из разных областей Земли?

**Решение**

Венера движется по орбите со скоростью *u* =35.0 км/c. Земля находится в 1.38 раз дальше от Солнца, чем Венера, и полутень Венеры на расстоянии Земли будет двигаться со скоростью *u*· =48.4 км/c. Но Земля сама движется по орбите в том же направлении со скоростью *v* =29.8 км/c, и скорость полутени относительно Земли составит *u*· – *v*=18.6 км/с. Если прохождение Венеры по диску Солнца центральное, и край полутени будет двигаться по Земле вдоль своей нормали, то он пересечет Землю с экваториальным диаметром 12756 км за 686 секунд или за 11 минут 26 секунд. Именно настолько могут отличаться моменты контактов Венеры и Солнца в разных точках Земли.

****

**Задача 6**

С 1079 года по середину XIX века в Иране использовался солнечный календарь, разработанный Омаром Хайямом. В этом календаре обычный год состоял из 365 дней, а високосный – из 366, причем из каждых 33 лет 8 было високосных (3-й, 7-й, 11-й, 15-й, 20-й, 24-й, 28-й, 32-й). Сравните этот календарь с юлианским и григорианским. Какой из них более точный? Продолжительность тропического года составляет 365.24219 суток.

**Решение**

33-летний цикл календаря Омара Хайяма состоит из 25 годов по 365 дней и 8 годов по 366 дней. Цикл юлианского календаря равен четырем годам, 39 три из которых длятся по 365 дней и один – 366 дней. Наконец, цикл григорианского календаря составляет 400 лет, из которых 303 года продолжаются по 365 дней и 97 лет длятся по 366 дней. Определим среднюю продолжительность одного года для каждого из этих календарей в сутках:



Истинная продолжительность тропического года составляет 365.24219 суток. Получается, что у всех трех календарей средняя продолжительность года чуть больше, чем требуется, у календаря Омара Хайяма эта разница составляет 0.00023 суток или 20 секунд, у юлианского календаря – 0.00781 суток или 11.25 минут, у григорианского – 0.00031 суток или 27 секунд. Выходит, что календарь Омара Хайяма – самый точный из всех трех, превосходит в точности григорианский календарь в 1.35 раза, а юлианский – в 34 раза.