

**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии**

10 класс, 2019/2020 учебный год
Длительность 3 часа. Максимум 48 баллов.



1. Битва при Гангуте. (8 баллов). 27 июля 1714 года произошла битва при Гангуте, которая завершилась победой российского флота. Какого числа должны были бы праздновать 300-летие этого события в 2014-ом году и почему именно в этот день?

Решение:

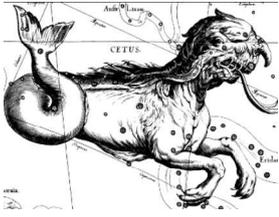
Разница в датах возникает из-за того, что до 1918 года в России использовался юлианский календарь (старый стиль), а после — григорианский (новый стиль). **(2 балла)**

В юлианском календаре високосными считаются все года, номер которых делится на 4. В григорианском календаре есть исключения — года, номер которых делится на 100, но не делится на 400, считаются невисокосными. Это значит, что разница между календарями не постоянна и со временем растет. **(2 балла)**

Нужно выяснить, какая разница между календарями была в 1714 году. Тут можно пойти двумя путями. В первом случае можно вспомнить, что григорианский календарь был введен в 1582 году, в котором после 4 октября наступило не 5-ое, а 15 октября (т.е. разница была в 10 дней). В 1700 году разница увеличилась еще на 1 день (в 1600 году ничего не изменилось, так как он в обоих календарях високосный). Таким образом, получилось, что в 1714 году разница составляла 11 дней.

Во втором случае можно вспомнить, что современное значение разницы составляет 13 дней. Такого значения она достигла в 1900 году (в 2000 нечего не изменилось). Значит, в 1800 году — 12 дней, а в 1700 году — 11 дней. Таким образом, к юлианской дате (27 июля) нужно прибавить 11 дней. Получится, что по новому стилю юбилей победы в Гангутском сражении нужно отмечать 7 августа. **(4 балла за верную дату и рассуждения, приводящие к ней).**

Кстати, официально День воинской славы России, посвященный победе в Гангутском сражении, отмечается 9 августа. Эта дата, как и другие дни воинской славы, посвященные дореволюционным событиям, были получены путем прибавления к



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

10 класс, 2019/2020 учебный год
Длительность 3 часа. Максимум 48 баллов.



юлианской дате современного значения разницы между календарями (13 дней). Что, разумеется, является ошибкой.

Примечание: Если учащийся догадался про старый и новый стиль, но для получения даты прибавил 13 дней, получив ответ «9 августа», то за решение можно поставить не более 4 баллов.

2. Звездное скопление. (8 баллов). Космонавты, находясь вблизи одной из звезд некоторого звездного скопления, видят, что все другие звезды скопления удаляются от них со скоростями, пропорциональными расстояниям до этих звезд. Какую картину движения звезд увидят космонавты, оказавшись вблизи какой-нибудь другой из звезд этого скопления?

Решение:

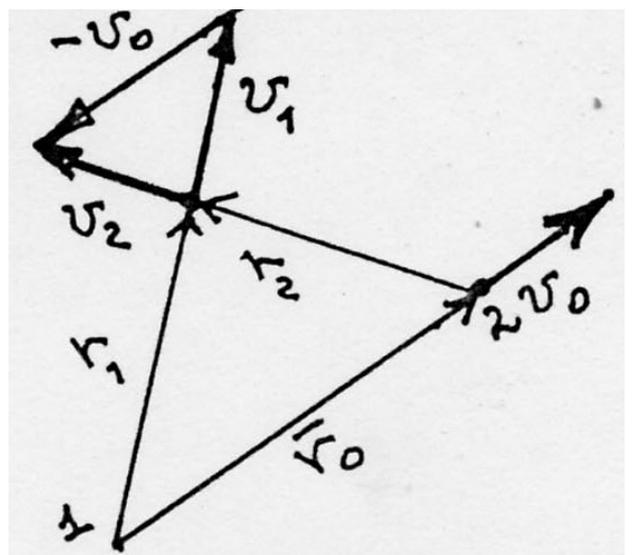
Выделим некоторую звезду и найдем ее скорости в системах координат, связанных с первой и второй звездами, у которых находились космонавты. По условию задачи скорость в системе координат, связанной с первой звездой:

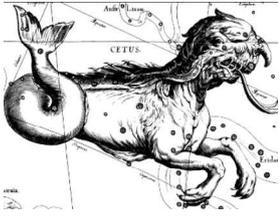
$$\vec{v}_1 = \alpha \vec{r}_1,$$

где \vec{r}_1 – вектор, проведенный от первой звезды к выделенной звезде. (1 балла). В системе, связанной со второй звездой, на которую перелетели космонавты, скорость выделенной звезды (2 балла):

$$\vec{v}_2 = \vec{v}_1 - \vec{v}_0,$$

где скорость второй звезды относительно первой:





Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

10 класс, 2019/2020 учебный год
Длительность 3 часа. Максимум 48 баллов.



$$\vec{v}_0 = \alpha \vec{r}_0.$$

Проведя вектор \vec{r}_2 от второй звезды к выделенной, легко увидеть, что **(1 балла)**:

$$\vec{r}_2 = \vec{r}_1 - \vec{r}_0.$$

Соответственно, скорость звезды **(2 балла)**:

$$\vec{v}_2 = \alpha(\vec{r}_1 - \vec{r}_0) = \alpha \vec{r}_2.$$

Следовательно, космонавты опять увидят, что все звезды разлетаются со скоростями, пропорциональными расстоянию до них. **(2 балла)**

3. «Замедление» времени. (8 баллов). Насколько изменится продолжительность года, если расстояние Земли от Солнца увеличится на 1 км?

Решение:

Используем третий закон Кеплера для связи периода и радиуса орбиты ($T^2 \sim R^3$).

(2 балла). Определим, как при этом небольшое изменение R отразится на T .

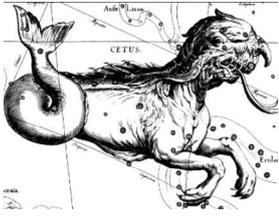
Знакомым с основами математического анализа, достаточно взять производные от R и T ; а те, кто не знаком с дифференцированием, могут использовать

бином Ньютона для $(R + \Delta R)^3$ и $(T + \Delta T)^2$. **(2 балла).** Оба метода дадут связь:

$\Delta T/T = 3/2 \Delta R/R$. **(2 балла).** Отсюда $\Delta T/T = 1,5(\Delta R/R)$ года = 10^{-8} года = 1/3

секунды **(2 балла).**

4. Венера для марсиан. (8 баллов). Для земного наблюдателя блеск Венеры во время наибольшей элонгации равен $-4,4^m$. Чему равен блеск Венеры в этой же конфигурации при наблюдении с Марса? Расстояние Венеры от Солнца равно 0,72 а. е., а Марса от Солнца 1,52 а. е.



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии**
10 класс, 2019/2020 учебный год
Длительность 3 часа. Максимум 48 баллов.



6. Сверхновая в БМО. (8 баллов). В 1987 г. на Земле наблюдалась вспышка сверхновой звезды в галактике Большое Магелланово Облако, удаленной от нас на 55 кпк. Когда в действительности произошел взрыв этой звезды?

Решение:

Расстояние от Земли до галактики БМО составляет 55000 пк. Как известно, 1 пк $\approx 3,26$ св. лет. **(4 балла)**. Поэтому свет от взрыва звезды достиг Земли примерно через 180000 лет после того, как он произошел. **(4 балла)**.

Вычислять точно год взрыва не имеет смысла, поскольку точность, с которой указано расстояние до галактики БМО, не превышает 2 %.