

**Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по астрономии**

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



**1. Рассуждения о Солнце (8 баллов).** Можно ли потушить Солнце? Каким образом можно это сделать? Можно ли потушить Солнце водой? Сколько нужно воды, чтобы потушить Солнце?

**Решение:**

*В этой задаче за каждое разумное высказывание, относящееся к поставленным вопросам, ставится 1 балл. Однако максимум за задачу 8 баллов, даже если разумных высказываний будет больше.*

**Ответ на 8 баллов может быть, например, таким:**

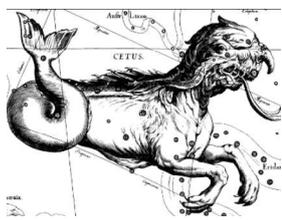
Солнце практически нельзя потушить. Высокая температура на Солнце достаточна для расплавления любого вещества, поэтому подобрать средство для тушения Солнца сложно.

Известно, что Солнце выделяет энергию благодаря термоядерным реакциям. Причем основным «топливом» является водород.

Водой Солнце потушить нельзя. Тушение водой увеличит массу Солнца. Кроме того, вода в своем составе содержит водород, поэтому термоядерные реакции будут происходить только активнее. Поэтому на вопрос «Сколько нужно воды, чтобы потушить Солнце?» ответить нельзя, любое количество воды будет поддерживать горение.

Один из вариантов, как можно потушить Солнце, это уменьшить его массу. Также Солнце можно потушить железом или другими более тяжелыми металлами, поскольку они не участвуют в термоядерных реакциях на Солнце. Если добавить очень много материала, который не будет принимать участие в термоядерных реакциях, то из-за гравитационного сжатия звезда превратится в черную дыру и перестанет светить.

**2. Землянин, Марсианин и Меркурианец. (8 баллов).** На Земле за 1 год принимается один оборот Земли по орбите вокруг Солнца (период обращения Земли вокруг Солнца). Давайте пофантазируем и представим, что на остальных планетах года исчисляются по



**Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по астрономии**

9 класс, 2019/2020 учебный год

Длительность 3 часа.

Максимум 48 баллов.



подобному правилу: 1 год – это один период обращения этой планеты вокруг Солнца. Теперь представим, что двое ваших одноклассников такого же возраста отправились на другие планеты. Один улетел на Марс, а второй отправился на Меркурий (в данный момент это невозможно, но мы же фантазируем!). И вот ровно через 5 земных лет вы встретились. Сколько лет будет каждому из вас, если в момент разлуки всем было ровно по 12 лет, а сразу после отправки на разные планеты, возраст каждого исчислялся согласно летоисчислению планеты, на которой он в дальнейшем находился.

*Примечание: Для решения задачи Вам, возможно, понадобятся Справочные данные – попросите их у организаторов!*

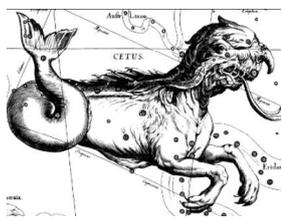
**Решение:**

Для удобства назовем друзей Землянином, Марсианином и Меркурианцем. Понятно, что через 5 земных лет Землянину будет 17 лет. Теперь выясним, сколько лет исполнится Марсианину и Меркурианцу по «летоисчислению» их планет. Для этого воспользуемся Таблицей 2 «Характеристики орбит планет» справочных данных (Приложение 1 к листу заданий). В графе «Период обращения» указаны периоды обращения соответствующих планет вокруг Солнца в земных сутках. Воспользовавшись этими данными, получим, что на Земле за 5 лет пройдет  $5 \cdot 365,26 \text{ сут} = 1826,3 \text{ суток}$ . За это время Меркурий совершит  $1826,3 \text{ сут.} / 87,97 \text{ сут.} \approx 20,8$  оборота вокруг Солнца, т.е. по «меркурианскому летоисчислению» пройдет 20,8 лет. Соответственно, Меркурианцу исполнится  $12 \text{ лет} + 20,8 \text{ лет} = 32,8 \text{ лет}$ .

Марс за 5 лет совершит  $1826,3 \text{ сут.} / 686,98 \text{ сут.} \approx 2,7$  оборота вокруг Солнца, таким образом, по «марсианскому летоисчислению» пройдет всего 2,7 года, а Марсианину исполнится  $12 \text{ лет} + 2,7 \text{ лет} = 14,7 \text{ лет}$ .

Но биологический возраст друзей, конечно же, будет одинаковый (если не брать в расчет тяжелые условия жизни друзей на Меркурии и Марсе).

**Ответ:** Землянину исполнится 17 лет по земному летоисчислению, Меркурианцу – 32,8 лет по «меркурианскому летоисчислению», Марсианину – 14,7 лет по «марсианскому летоисчислению».



**Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по астрономии**

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



**Критерии оценивания:**

*Верное вычисление возраста Марсианина – 4 балла.*

*Верное вычисление возраста Меркурианца – 4 балла.*

**3. 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?

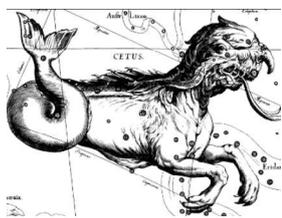
**Решение:**

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).



Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по астрономии

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



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 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.

**4. Полет спутника. (8 баллов).** Спутник пролетает над Новосибирском в 12.00, а над Москвой в 15.00. Где он будет в 18.00 и в 19.30? Укажите координаты мест. Время всюду московское. Координаты Москвы:  $55^{\circ}$  с.ш.,  $38^{\circ}$  в.д., Новосибирска:  $55^{\circ}$  с.ш.,  $83^{\circ}$  в.д.

**Решение:**

Будем пренебрегать движением Земли по орбите вокруг Солнца, поскольку эффект от него в данной задаче несущественный.

Москва и Новосибирск находятся на одной широте, а их долготы отличаются на  $45^{\circ}$ . За 3 часа (с 12.00 до 15.00) Земля делает  $1/8$  оборота вокруг ее оси и Москва в 15.00 окажется в том же положении по отношению к Солнцу и неподвижным звездам, в каком находился Новосибирск в 12.00. (2 балла)

Следовательно, спутник делает за 3 часа целое число оборотов вокруг Земли. Так как период обращения спутника не может быть меньше, чем -

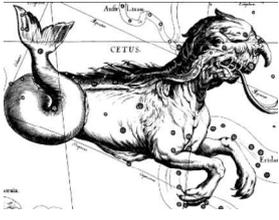
$$T = \frac{2\pi}{\omega},$$

где  $\omega$  – максимально возможная циклическая частота обращения спутника,  $\omega^2 R = g$ , то

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}} \approx 1,4 \text{ ч.}$$

(2 балла).

Поэтому период обращения спутника равен либо 3 часа, либо 1,5 часа.



Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по астрономии

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



В обоих случаях в 18.00 спутник будет находиться над пунктом с координатами  $55^{\circ}$  северной широты и  $7^{\circ}$  западной долготы. (2 балла).

В 19.00 спутник окажется над пунктом с координатами  $55^{\circ}$  северной широты и  $30^{\circ}$  западной долготы, если период его обращения 1,5 часа, и над пунктами с координатами  $55^{\circ}$  северной широты и  $154^{\circ}$  восточной долготы, если период его обращения 3 часа. (2 балла)

**5. 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:**

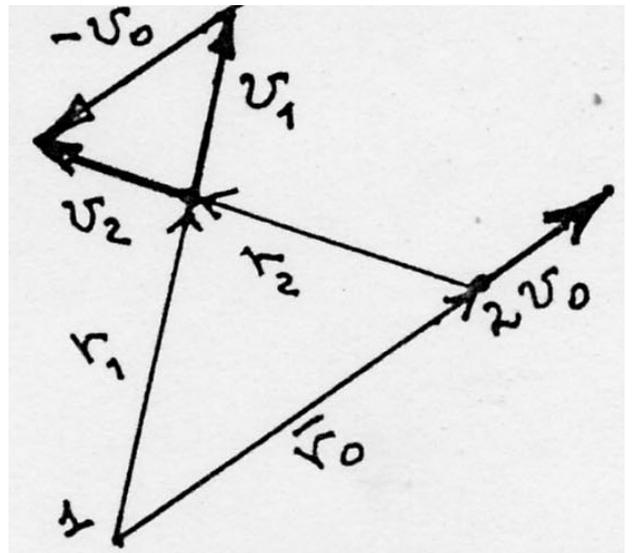
Выделим некоторую звезду и найдем ее скорости в системах координат, связанных с первой и второй звездами, у которых находились космонавты. По условию задачи скорость в системе координат, связанной с первой звездой:

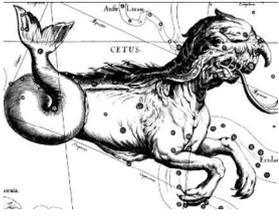
$$\vec{v}_1 = \alpha \vec{r}_1,$$

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

9 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)

**6. Настенные часы. (8 баллов).** Однажды девятиклассник Вадим заметил, что с циферблата настенных часов у него дома загадочным образом исчезли минутная стрелка, все минутные и часовые отметки, кроме 12-ти часовой. Опишите способ, как Вадим может определить время в часах и минутах с помощью этих часов и транспортира, цена деления которого 0,5 градуса на одно деление.

**Решение:**

Поскольку в сохранности остались часовая стрелка, ее ось вращения и 12-ти часовая отметка, время (в формате  $h$  часов  $t$  минут) можно определить по величине угла  $\varphi$  поворота стрелки относительно линии, соединяющей ось и 12-ти часовую отметку. (1 балл). Угловая скорость движения часовой стрелки известна:  $\omega = 360 \text{ град}/12 \text{ часов} = 30 \text{ град}/\text{час} = 0,5 \text{ град}/\text{мин}$ . (2 балла).

Измерив угол  $\varphi$  поворота часовой стрелки с помощью транспортира, можно определить время в минутах  $M = \text{целая часть} \{ \varphi / \omega \} = \text{целая часть} \{ \varphi (\text{град}) : 0,5 \text{ град}/\text{мин} \}$ , затем количество часов  $h = \text{целая часть} \{ M / 60 \}$  и количество минут  $t = M - 60 \cdot h$ . (3 балла)

Если мы примем 12-ти часовую шкалу, дополнительно необходимо будет определить время суток. Это несложно сделать, посмотрев в окно. Если количество часов  $h$  будет равно нулю в светлое время суток, этот факт нужно интерпретировать как 12 часов дня, а значение минут определяется указанным выше способом. (2 балла).