

Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

8 класс, 2023/2024 учебный год
Длительность 3 часа. Максимум 48 баллов.



Задача 1. Правда или ложь? (8 баллов).

Вам предоставлены четыре астрономических утверждения. Какие из них верные, а какие – нет? Обязательно поясните свою точку зрения (т.е. дайте развернутый ответ, почему данное утверждение верное или не верное).

- а) Солнечные сутки на Земле не равны периоду обращения Земли вокруг своей оси.
- б) Венера – самая близкая к Солнцу планета Солнечной системы.
- в) Атмосфера Земли состоит преимущественно из кислорода.
- г) Солнечные пятна – это области Солнца, содержащие избыточное количество угольной пыли.

Возможное решение:

Рассмотрим каждое утверждение по отдельности.

а) Солнечные сутки на Земле не равны периоду обращения Земли вокруг своей оси.

Утверждение **верное**. Вследствие обращения Земли вокруг Солнца последнее каждый день занимает несколько другое положение на небесной сфере. Точный период вращения Земли (относительно далекой неподвижной звезды) называется звездными сутками и равен 23 часа 56 минут и 4 секунды.

б) Венера – самая близкая к Солнцу планета Солнечной системы.

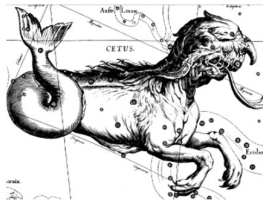
Утверждение **неверное**. Венера – вторая по удаленности от Солнца. Ближайшей к Солнцу планетой является Меркурий.

в) Атмосфера Земли состоит преимущественно из кислорода.

Утверждение **неверное**. Атмосфера Земли состоит примерно на 78% из азота и лишь на 21% из кислорода. Остальное – это другие газы (аргон, углекислый газ, водяные пары, гелий, водород и т.п.).

г) Солнечные пятна – это области Солнца, содержащие избыточное количество угольной пыли.

Утверждение **неверное**. Солнечные пятна – это области фотосферы Солнца, имеющие более низкую температуру по сравнению с окружающими областями. Химический состав пятен никак не отличается от состава соседних областей фотосферы Солнца, поэтому никакой угольной пыли в них нет. Возникновение пятен на Солнце связано с влиянием



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

8 класс, 2023/2024 учебный год

Длительность 3 часа.

Максимум 48 баллов.



магнитного поля Солнца на конвективное движение его вещества. (*Упоминание причин возникновения пятен на Солнце не является обязательным при ответе на вопрос*).

Итак, верным утверждением является утверждение а); неверными – б), в) и г).

Критерии оценивания:

За каждое утверждение можно получить максимум 2 балла: **1 балл** за правильный ответ (утверждение верное/неверное) и **1 балл** за верное обоснование. *Ответ по любому пункту без пояснения не может быть оценен более, чем в 1 балл. Т.е. если участник дал только ответы (пусть и верные), но не привел пояснений, то за задачу он может получить не более 4 баллов.*

Итого максимум 8 баллов за задачу.

Задача 2. Звонок в Новый год (8 баллов)

Петя улетел встречать новый год во Владивосток (часовой пояс +10). Он решил позвонить своему другу Амиру в Уфу (часовой пояс +5) ровно в полночь по его времени. Сколько времени будет в момент звонка во Владивостоке и в Москве (часовой пояс +3)? Приведите полное решение задачи.

Возможное решение:

Звонок от Пети Амиру должен состояться в 0 часов 00 минут по Уфимскому времени. Давайте определим, сколько времени в этот момент во Владивостоке и в Москве.

Получить ответ на вопрос о времени в Москве проще, так как с этим мы чаще сталкиваемся. Между Уфой и Москвой разница в 2 часовых пояса, причем часовой пояс у Москвы меньше (это значит, что Москва западнее и поясное время там в данный момент меньше).

Разница времен равна разнице часовых поясов.

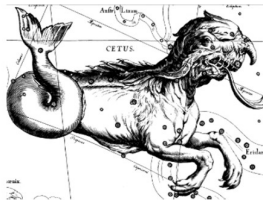
$$T_2 - T_1 = n_2 - n_1.$$

Следовательно, в момент звонка в Москве 22 часа предыдущего дня.

Теперь проведем те же самые рассуждения с Владивостоком, который находится в 10-м часовом поясе.

$$T_3 - T_2 = n_3 - n_2 = 5.$$

Следовательно, в момент звонка во Владивостоке 5 часов утра.



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

8 класс, 2023/2024 учебный год

Длительность 3 часа.

Максимум 48 баллов.



Ответ: Во Владивостоке 5 часов утра, в Москве 22 часа предыдущего дня.

Критерии оценивания:

Утверждение, что разность времен равна разности часовых поясов – **3 балла**

Определение, что в Москве будет 22 часа – **2 балла**

Утверждение, что в Москве еще будет предыдущий день – **1 балл**

Определение, что во Владивостоке 5 часов утра – **2 балла**.

Итого максимум 8 баллов за задачу.

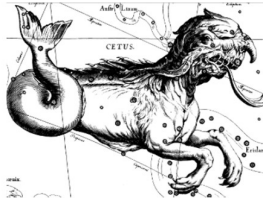
Задача 3. Истинные полдни (8 баллов)

Даны координаты четырех самых крайних точек Республики Башкортостан. Определите максимальную разницу между моментами наступления истинного полудня в указанных точках Республики.

Описание крайней точки	Широта	Долгота
Северная точка (К северо-западу от деревни Байсарово Янаульского района)	56°31' с.ш.	54° 31' в.д.
Южная точка (К юго-востоку от деревни Кужанак Зианчуринского района)	51°34' с.ш.	57°12' в.д.
Западная точка (К юго-западу от деревни Ивановка Бакалинского района)	55°07' с.ш.	53°08' в.д.
Восточная точка (К северо-востоку от станции Устиново Учалинского района)	54°52' с.ш.	60°00' в.д.

Возможное решение:

Истинный полдень возникает в момент, когда в данной точке Земли происходит верхняя кульминация Солнца. В разных точках Земли этот момент будет происходить в разное время, и это время зависит от долготы места наблюдения (**2 балла**). А вот на одном и том же меридиане истинный полдень будет происходить в одно и то же время.



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии**

8 класс, 2023/2024 учебный год

Длительность 3 часа.

Максимум 48 баллов.



Самый ранний полдень будет происходить в самой восточной точке, а самый поздний в самой западной. Для решения задачи северная и южная точки не нужны.

Определим разницу долгот самых западной и восточной точек:

$$\lambda_1 - \lambda_2 = 60^\circ 00' - 53^\circ 08' = 6^\circ 52' \quad (3 \text{ балла})$$

Теперь переведем это значение в часовую меру. Нужно определить, за какое Земля провернется относительно Солнца на $6^\circ 52'$.

Вспомним, что за 24 часа Земля относительно Солнца проворачивается на 360° . Значит, за 1 час Земля поворачивается на 15° , а за 4 минуты на 1° . (1 балл)

Тогда искомое время составит

$$6^\circ \cdot 4^m + 52' \cdot 4^s = 24^m 208^s = 27^m 28^s$$

Сформулируем ответ: в восточной точке Башкирии истинный полдень наступит на $27^m 28^s$ раньше, чем в западной. (2 балла)

За ответ «максимальная разница будет между восточной и западной точками» без каких-либо иных рассуждений и вычислений ставится 1 балл.

Итого максимум 8 баллов за задачу.

Задача 4. Соседние звезды (8 баллов).

В нашей галактике находится $2 \cdot 10^{11}$ звезд. Радиус диска нашей галактики составляет 16 кпк. Предположим, нам удалось равномерно разместить все звезды нашей галактики по границе диска. Какое расстояние будет между двумя соседними звездами?

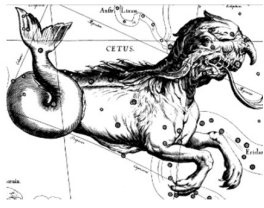
Возможное решение:

Длина границы диска галактики – это длина окружности радиуса $R = 16 \text{ кпк} = 4,937 \cdot 10^{17}$ км. Тогда $L = 2\pi R = 3,1 \cdot 10^{18}$ км. (4 балла)

Так как звезды удалось разместить равномерно, то между звездами будет расстояние:

$$S = L/N = 3,1 \cdot 10^{18} / 2 \cdot 10^{11} = 15\,502\,180 \text{ км} \approx 0,1 \text{ а.е.} \quad (4 \text{ балла}).$$

Участник может не делать промежуточных вычислений. Тогда необходимо проверить правильность подстановки формул друг в друга и конечные вычисления.



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

8 класс, 2023/2024 учебный год
Длительность 3 часа. Максимум 48 баллов.



Итого максимум 8 баллов за задачу.

Задача 5. Противостояния (8 баллов).

Противостояния некоторого астероида случаются каждые 1,25 года, каково расстояние от астероида до Земли в этот момент? Известно, что астероид принадлежит главному поясу. Орбиты Земли и астероида считать круговыми. Вращение астероида прямое.

Возможное решение:

Противостояния повторяются каждые 1,25 года, значит 1,25 года – это синодический период астероида и Земли (**1 балл**). Сразу можно утверждать, что астероид – внешний, так как речь идет о противостояниях.

Найдем истинный (звездный, сидерический) период астероида:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_3} - \frac{1}{T_A}, \quad \Rightarrow \frac{1}{T_A} = \frac{1}{T_3} - \frac{1}{S}, \quad \Rightarrow T_A = \frac{S \cdot T_3}{S - T_3} = \frac{1,25}{1,25 - 1} = 5 \text{ лет.}$$

(1 балл за формулу, 1 балл за верный результат)

Теперь найдем большую полуось орбиты астероида по III закону Кеплера. Астероид вращается вокруг Солнца, поэтому можно рассматривать его движение в сравнении с Землей, тогда $T_3 = 1$ год, $a_3 = 1$ а.е., значит

$$a^3 = T^2, \Rightarrow a = T^{2/3} = 5^{2/3} = 2,92 \text{ а.е.}$$

(1 балл за формулу (в любом правильном виде), 1 балл за верный результат).

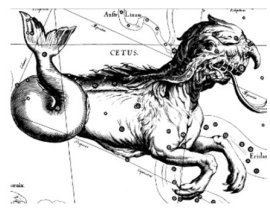
Стоит проверить, что астероид может принадлежать главному поясу астероидов. Для этого значение его большой полуоси должно попадать в диапазон $[2,1; 3,4]$ а.е. У нас попадание есть, так что астероид действительно может принадлежать главному поясу астероидов.

(1 балл за проверку)

Теперь можно найти расстояние между Землей и астероидом. Они будут находиться в противостоянии, а значит, лежать на одной прямой по одну сторону от Солнца. (**1 балл**)

Тогда расстояние между объектами:

$$r = a_A - a_3 = 2,92 - 1 = 1,92 \text{ а.е. (1 балл)}$$



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии**

8 класс, 2023/2024 учебный год
Длительность 3 часа. Максимум 48 баллов.

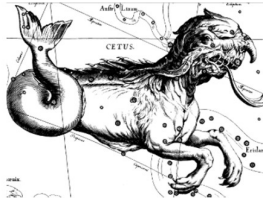


Участник может сразу не сделать вывод о том, что астероид внешний, и при расчетах периода рассматривать оба случая. Это не является ошибкой, если в конце концов сделан верный вывод о том, что астероид является внешним по отношению к Земле, и выбрано верное соответствующее значение периода.

Итого максимум 8 баллов за задачу.

Задача 6. Определите расстояние (8 баллов).

Во время отпуска папа семиклассника Миши сделал фотографию, негатив которой представлен ниже. Определите по негативу расстояние до самолета в момент съемки, если расстояние от края правого крыла до края левого крыла у данной модели самолета 36 метров.



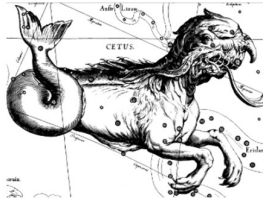
**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии**
8 класс, 2023/2024 учебный год
Длительность 3 часа. Максимум 48 баллов.



Возможное решение:

Самолет сфотографирован на фоне полной Луны. Во время полнолуния угловой размер Луны составляет примерно $\rho = 0,5^{\circ} = 30'$ (**1 балл**, участник может использовать значение в диапазоне от 29' до 32').

Линейкой измерим диаметр Луны, получим $x = 14,8$ см. (**1 балл** ставится за описание того, как участник измеряет диаметр, т.е. за описание способа определения того, что он определил длину именно диаметра, а не какой-либо хорды. И еще **1 балл** за измерения в диапазоне 14,7-14,9 см, см. Примечание. Итого максимум 2 балла за этот этап задачи).



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

8 класс, 2023/2024 учебный год

Длительность 3 часа.

Максимум 48 баллов.



Также линейкой измерим расстояние между концами крыльев, получим $y = 9,8$ см. (1 балл за измерения в диапазоне 9,7-9,9 см, см. Примечание).

Тогда угловой размер самолета $\rho = p \cdot y/x = 30' \cdot 9,8/14,8 \approx 20' = 1200''$ (2 балла)

Воспользуемся формулой для углового размера объекта $\rho'' = 206265 \cdot d/L$, где $d = 36$ м, откуда можно найти расстояние до самолета: $L = 206265 \cdot d/\rho'' \approx 6200$ м = 6,2 км. (2 балла).

Итого максимум 8 баллов за задачу.

Примечание: рекомендуется перед началом проверки провести измерения на выданных участникам распечатках для проверки и возможной корректировки указанных выше численных значений x и y .

Результаты вычислений могут отличаться в зависимости от того, какое p использует участник и какие настройки выставлены у принтера при распечатке. При использовании p в диапазоне от $29'$ до $32'$, верных измерениях и расчетах баллы за соответствующие пункты ставятся в полном объеме. При этом конечный численный ответ может существенно отличаться от приведенного выше (возможный диапазон может составлять от 5700 м до 6600 м). Следует проверять не точный численный ответ, а ход решения и правильность последовательности действий.
