

Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

7 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) На обратной стороне Луны всегда ночь.
- б) Плутон – это ближайшая к Солнцу карликовая планета.
- в) Самый близкий к Солнцу спутник планеты – это Луна.
- г) Солнечные пятна – это области Солнца, содержащие избыточное количество угольной пыли.

Возможное решение:

Рассмотрим каждое утверждение по отдельности.

а) На обратной стороне Луны всегда ночь.

Луна обращена к Земле всегда одной своей стороной. Предположим, что на обратной стороне всегда ночь. Тогда на видимой стороне Луны будет всегда день, т.е. видимая сторона Луны всегда будет «смотреть» на Солнце, т.е. Луна всегда будет находиться в полнолунии. Однако мы знаем, что это не так – фазы Луны меняются, поэтому утверждение **не является верным**.

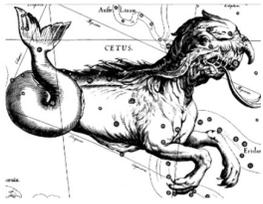
б) Плутон – это ближайшая к Солнцу карликовая планета.

Утверждение **неверное**. Плутон находится за Нептуном, самой дальней планетой Солнечной системы. А в главном поясе астероидов, расположенном между Марсом и Юпитером, имеется карликовая планета Церера. Таким образом, Церера расположена значительно ближе Плутона. Расстояние от Солнца до Плутона колеблется в диапазоне от 29,7 а.е. до 49,3 а. е., в то время как среднее расстояние до Цереры 2,77 а.е. (Численные значения расстояний не являются обязательными для элементами ответа участников).

в) Самый близкий к Солнцу спутник планеты – это Луна.

Утверждение **верное**. Ближе к Солнцу по сравнению с Землей находятся планеты Меркурий и Венера, у которых нет спутников. Поэтому Луна, единственный спутник Земли, является самым близким к Солнцу спутником планеты.

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



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

7 класс, 2023/2024 учебный год

Длительность 3 часа.

Максимум 48 баллов.



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 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 в); неверными – а), б) 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. Какой день недели? (8 баллов)

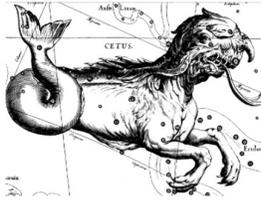
Календарный год начался в воскресенье. Каким днем недели закончится этот год, если он високосный? Приведите полное решение задачи.

Возможное решение:

Високосный год содержит 366 дней (**2 балл**), на один день больше обычного года. При делении на 7 (число дней в неделе) получим 52 целые недели и 2 дня в остатке (**3 балла**). Поскольку рассматриваемый год начинается в воскресенье и содержит 52 целых недели, то последняя из этих недель закончится субботой. Причем останется еще 2 дня в остатке, эти дни – это воскресенье и понедельник. Следовательно, високосный год, который начался в воскресенье, закончится понедельником. (**2 балла рассуждения + 1 балл верный ответ**). Заметим, что невисокосные (обычные) года начинают и заканчиваются в один и тот же день недели.

Ответ «понедельник» без каких-либо рассуждений оценивается в **1 балл**.

Итого максимум 8 баллов за задачу.



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

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



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 наступает 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.

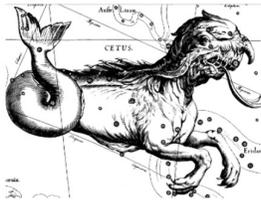
Самый ранний полдень будет происходить в самой восточной точке, а самый поздний в самой западной. Для решения задачи северная и южная точки не нужны.

Определим разницу долгот самых западной и восточной точек:

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

Теперь переведем это значение в часовую меру. Нужно определить, за какое Земля повернется относительно Солнца на 6° 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**)



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

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



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. Сколько атомов? (8 баллов).

Будем считать, что Солнце состоит только из водорода, причем его атомы распределены равномерно. Сколько в среднем атомов водорода содержится в одном кубическом сантиметре Солнца при этих предположениях? Масса одного атома водорода примерно $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг.

Примечание: объем шарообразного тела определяется по формуле $V = 4\pi R^3/3$, где $\pi = 3,14$, а R – радиус шара.

Возможное решение:

В справочных данных найдем радиус Солнца $R = 697\,000$ км и массу Солнца $M = 1,989 \cdot 10^{30}$ кг (2 балла, по 1 баллу за каждое верно выписанное значение).

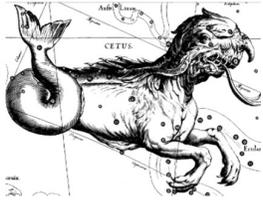
Во всем Солнце содержится $N = M/m = 1,989 \cdot 10^{30} / 1,67 \cdot 10^{-27} = 1,2 \cdot 10^{57}$ атомов водорода (2 балла).

Объем Солнца определим по формуле, приведенной в примечании:

$$V = 4\pi R^3/3 = 4 \cdot 3,14 \cdot (6,97 \cdot 10^{10} \text{ см})^3/3 = 1,42 \cdot 10^{33} \text{ см}^3. (2 балла).$$

Теперь определим то, что требуется в задаче (спрашивается, по сути, концентрация атомов водорода):

$$n = N/V = 1,2 \cdot 10^{57} / 1,42 \cdot 10^{33} = 8,45 \cdot 10^{23} \text{ атомов/см}^3. (2 балла)$$



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии**

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



Участники могут пойти другим путем, определив плотность, а затем уже перейдя к концентрации. Такое решение также является верным. Также участники могут не делать промежуточных вычислений, тогда баллы ставятся за верные формулы.

Итого максимум 8 баллов за задачу.

Задача 5. Таинственный объект (8 баллов).

Свет от Солнца до этого объекта за 23,042 минуты. Угловой диаметр этого объекта в противостоянии 0,34". Определите диаметр объекта.

Примечание. Формула для углового размера в угловых секундах: $\rho'' = 206265 \cdot D/L$, где D – реальный размер предмета (его диаметр), L – расстояние до предмета, ρ'' – угловой размер предмета в угловых секундах. В одном градусе 60 угловых минут, в одной угловой минуте – 60 угловых секунд.

Возможное решение:

Свет от Солнца идет 23,042 минуты или $23,042 \cdot 60 = 1382,52$ секунды. **(1 балл)**

Определим расстояние объекта от Солнца. Это можно сделать двумя способами.

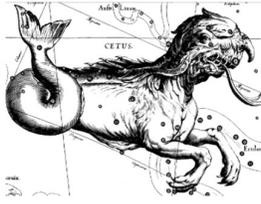
а) $L = vt$, где $v = 300\,000$ км/с – скорость света. Тогда $L = 300\,000 \cdot 1382,52 = 414\,756\,000$ км.

Астрономы все расстояния в Солнечной системе измеряют в астрономических единицах (1 а.е. = 149 600 000 км), тогда $L \approx 2,77$ а.е.

б) Свет от Солнца до Земли идет 500 секунд (этот факт может быть известен участникам). Тогда за 1382,52 секунды свет пройдет расстояние в $1382,52/500 = 2,765$ раз больше, чем расстояние от Солнца до Земли. Но расстояние от Солнца до Земли 1 а.е., так что расстояние от Солнца до рассматриваемого объекта $L = 2,765$ а.е. $\approx 2,77$ а.е.

(За этап нахождения расстояния любым правильным способом ставится 3 балла; расстояние может быть выражено в любых единицах – переводить в а.е. или, наоборот, в км не обязательно).

Теперь найдем диаметр объекта. Угловой размер в противостоянии равен 0,34".



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



Запишем формулу для углового размера (здесь угловой размер берется в угловых секундах, а D и L_1 – в одинаковых единицах):

$$\rho'' = 206265 \cdot D / L_1, \text{ отсюда } D = \rho'' \cdot L_1 / 206265.$$

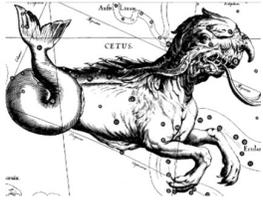
В противостоянии $L_1 = L - 1 \text{ а.е.} = 414\,756\,000 - 149\,600\,000 = 265\,156\,000 \text{ км. (2 балла)}$.

Тогда $D = 0,34 \cdot 265\,156\,000 / 206265 \approx 437 \text{ км. (2 балла)}$

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.



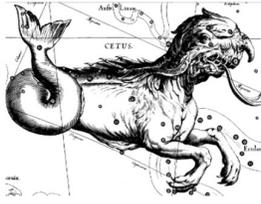
**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии**
7 класс, 2023/2024 учебный год
Длительность 3 часа. Максимум 48 баллов.



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

7 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)

По формуле из предыдущей задачи ($\rho'' = 206265 \cdot d/L$, где $d = 36$ м) 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.
