

Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

8 класс, 2022/2023 учебный год

Длительность 2,5 часа.

Максимум 48 баллов.



Задача 1. События ноября (8 баллов).

Во время полного лунного затмения 8 ноября 2022 года наблюдалось еще одно интересное явление – покрытие Урана Луной.

- В какой фазе находилась Луна 8 ноября 2022 года?
- Определите дату ближайшего полнолуния.
- Определите, когда состоится ближайшее соединение Урана с Солнцем (достаточно указать месяц и год).

Возможное решение:

а) Полное лунное затмение наблюдается, когда Луна входит в конус тени от Земли (т.е. на одной линии оказываются Солнце, Земля и Луна, причем Земля между Солнцем и Луной). При этом земной наблюдатель видит освещенную половину Луны, что соответствует **полнолуннию**. (2 балла: 1 балл за ответ + 1 балл за аргументацию; только верный ответ без аргументации оценивается в 1 балл!)

б) Смена фаз Луны происходит со средней периодичностью в один синодический (лунный) месяц – около 29,5 суток. Следовательно, следующее полнолуние наступит **8 декабря 2022 года** (точнее утром 8 декабря; в качестве верного ответа можно засчитать и **7 декабря 2022 года**, так как точного времени наступления предыдущего полнолуния учащийся не знает). (2 балла: 1 балл за ответ + 1 балл за аргументацию; только верный ответ без аргументации оценивается в 1 балл!)

В случае, если вместо синодического периода участник использует сидерический (27,3 сут), то за весь пункт в) ему можно поставить максимум 1 балл.

Ответы 5 декабря, 6 декабря, 9 декабря и другие не могут быть засчитаны как верные!

в) Так как произошло покрытие Урана Луной, то Уран вместе с Луной находились на небе в противоположной стороне от Солнца, т.е. Уран находился в **противостоянии** (1 балл). Соединение Урана с Солнцем произойдет через половину синодического периода Урана.

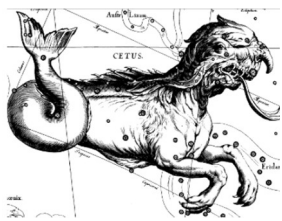
Первый вариант рассуждений:

Уран – внешняя планета, найдем его синодический период с помощью формулы:

$$1/S = 1/T_3 - 1/T_y. \text{ (1 балл) } T_y = 84 \text{ года, } T_3 = 1 \text{ год, значит}$$

$$1/S = 1 - 1/84 = 83/84, \text{ т.е. } S \approx 1,012 \text{ года} \approx 370 \text{ суток. (1 балл)}$$

Соединение Урана с Солнцем произойдет через $S/2 = 185$ суток, т.е. **в середине мая 2022 года. (1 балл)**



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

8 класс, 2022/2023 учебный год

Длительность 2,5 часа.

Максимум 48 баллов.



Второй вариант рассуждений: Можно было рассуждать и без формулы следующим образом. Радиус орбиты Урана значительно больше радиуса орбиты Земли, поэтому его сидерический (звездный) период намного больше периода обращения планеты Земля вокруг Солнца, т.е. намного больше года (**1 балл**). Значит за то время, как Земля сделает 1 оборот вокруг Солнца, Уран пройдет малую часть своей орбиты (**1 балл**). Следовательно, соединение Урана с Солнцем должно произойти чуть позднее, чем через полгода. Противостояние было в начале ноября, значит соединение придется на **май 2022 года (1 балл)**.

Задача 2. Послание потомкам (8 баллов)

Ученые отправили автоматическую межпланетную станцию к ближайшей звезде Проксима Центавра со скоростью 150 км/с. Когда станция достигнет цели, она должна послать на Землю радиосигнал. Определите, сколько времени пройдет от момента запуска корабля до момента получения землянами ответного сигнала. Смогут ли праправнуки этих ученых узнать, что миссия станции была успешной? Расстояние от Земли до Проксимы Центавра 1,3 парсека.

Возможное решение:

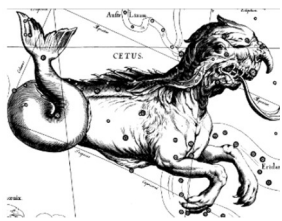
1 пк = $3,086 \cdot 10^{16}$ м (см. справочные данные), поэтому расстояние до Проксимы Центавра $1,3 \text{ пк} = 4,012 \cdot 10^{16}$ м. (**1 балл**) Это расстояние станция пролетит за $t_1 = 4,012 \cdot 10^{16} / 150000 = 2,675 \cdot 10^{11} \text{ с} \approx 8476,8$ года. (**2 балла**)

Посланный радиосигнал движется со скоростью света $3 \cdot 10^8$ м/с, поэтому от звезды до Земли он движется $t_2 = 4,012 \cdot 10^{16} / 3 \cdot 10^8 = 133,7 \cdot 10^6 \text{ с} = 4,24$ года (**2 балла**).

Таким образом, общее время $t = 8476,8 + 4,24 \approx 8481$ год. (**1 балл**)

Праправнуки ученых – это третье поколение. Даже в случае поздних браков детей и внуков и долголетия самих праправнуков для того, чтобы они могли получить сигнал, должно пройти не более 250 лет с момента отправки станции до момента возвращения сигнала. Таким образом, праправнуки никак не смогут узнать о том, что миссия была успешной – к моменту конца их жизни станция будет еще очень далеко от звезды. (**2 балла за аргументированный вывод**)

При проверке следует учитывать, что участник может не проводить промежуточные вычисления, решая в общем виде. В случае получения верного ответа за решение в общем виде также выставляется полный балл. В случае наличия арифметических ошибок при правильной логике решения и верном конечном выводе оценка за задачу снижается на 2 балла.



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

8 класс, 2022/2023 учебный год

Длительность 2,5 часа.

Максимум 48 баллов.



Задача 3. Солнце из Юпитера (8 баллов)

При компьютерном моделировании молодой ученый Святозар объединял планеты с параметрами, сходными с Юпитером, для получения звезды, похожей на Солнце.

- Почему для моделирования выбран именно Юпитер?
- Сколько планет понадобилось Святозару?
- Можно ли получить «Солнце» из множества планет, похожих на Венеру?

Возможное решение:

а) Химический состав Юпитера – газового гиганта – схож с химическим составом Солнца (**2 балла**). Кроме того, Юпитер является самой крупной из планет (**1 балл**). Это и есть основные причины выбора Святозаром именно Юпитера. По химическому составу подходит также Сатурн, но он имеет меньший размер, поэтому понадобится больше планет для создания звезды.

б) Для создания звезды достаточно собрать нужную массу, а дальше под действием гравитации будет происходить необходимое сжатие и разогрев вещества.

Масса Солнца (см. справочные материалы) $m_c = 1,989 \cdot 10^{30}$ кг,

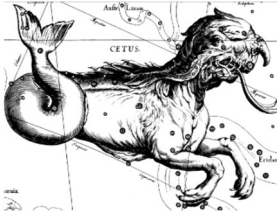
масса Юпитера $m_{ю} = 1,899 \cdot 10^{27}$ кг, поэтому понадобится $N = m_c / m_{ю} \approx 1047,4 \approx 1050$ планет (**2 балла**).

б) Сделать «Солнце» из планет, похожих на Венеру, напрямую не получится (**1 балл**), так как их химический состав очень разный (**2 балла**).

Задача 4. Знаток созвездий (8 баллов).

На рисунке представлен негатив фотографии звездного неба.

- Как называется созвездие, расположенное в правой верхней части кадра?
- Найдите на фотографии еще два созвездия. Как они называются?
- Что такое астеризм? Есть ли на фото астеризмы и если есть, то покажите их и подпишите названия.
- Приведите название самой известной яркой звезды из тех, что присутствуют на фото.

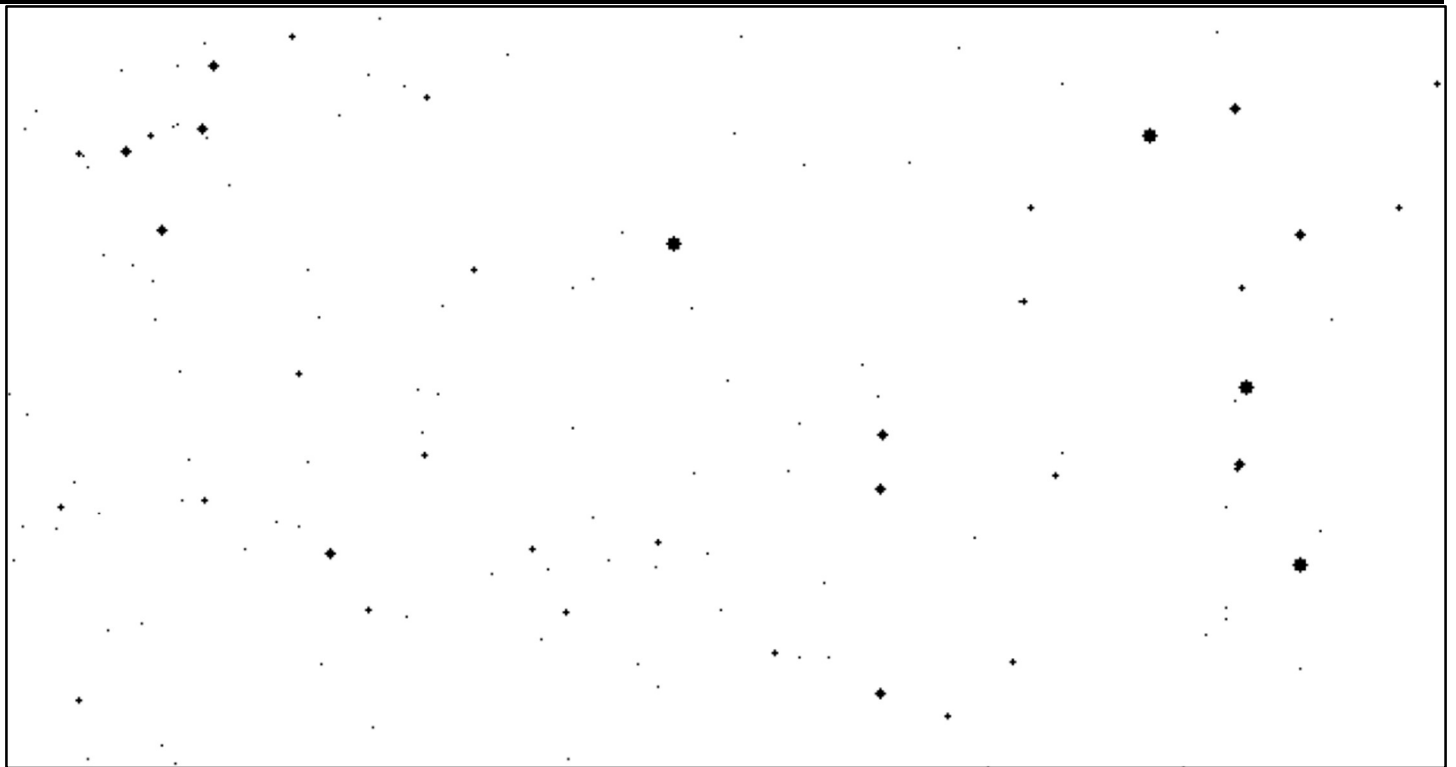


Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

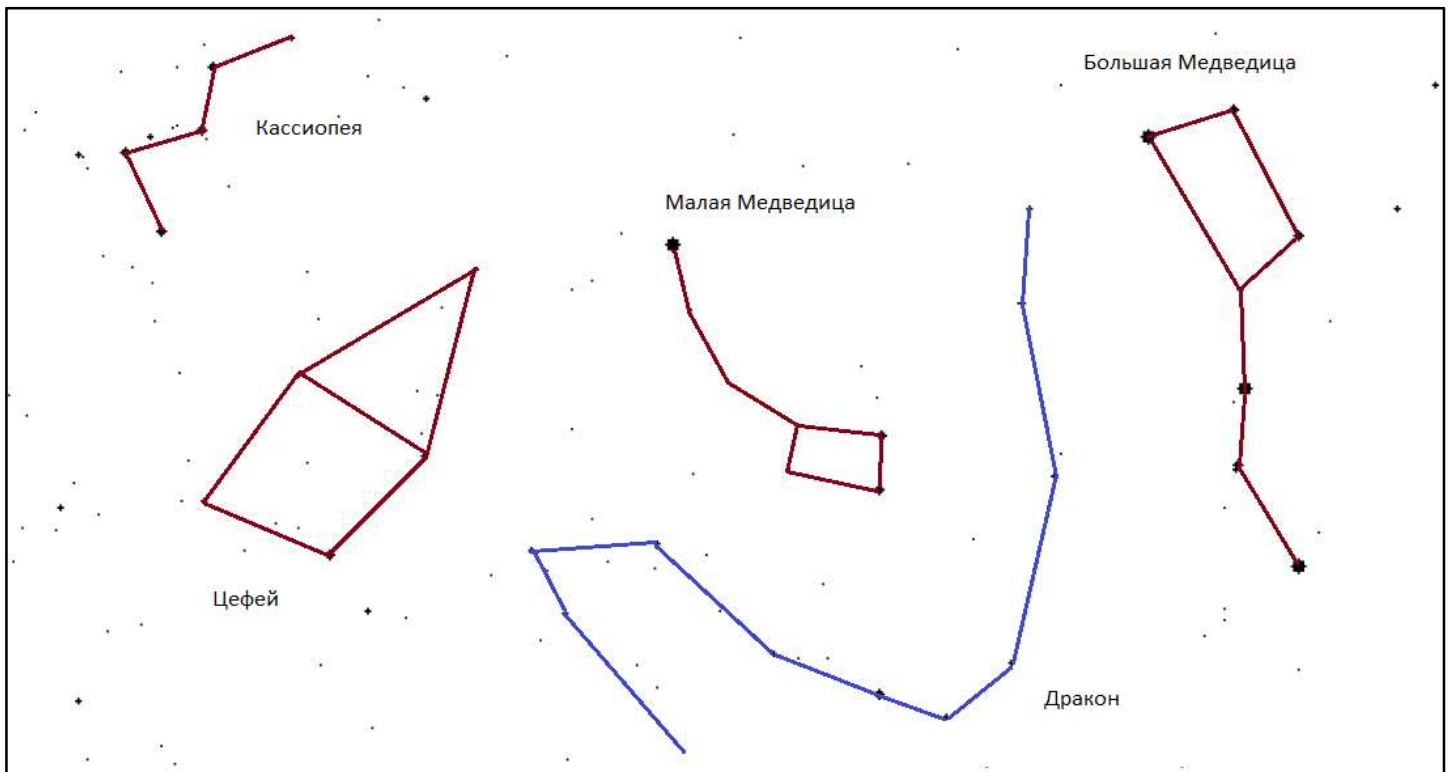
8 класс, 2022/2023 учебный год

Длительность 2,5 часа.

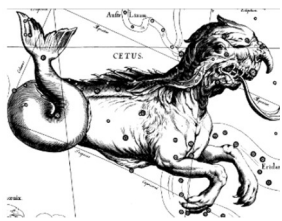
Максимум 48 баллов.



Возможное решение:



а) В правой части кадра расположено созвездие **Большая Медведица**. (1 балл)



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

8 класс, 2022/2023 учебный год

Длительность 2,5 часа. Максимум 48 баллов.



б) На фотографии можно определить еще три созвездия – **Кассиопея, Малая Медведица и Цефей** (см. рисунок). На карте можно определить также часть созвездия Дракона (без головы). *За любые два из них ставится по 2 балла за каждое, итого максимум 4 балла за этот пункт.* С указанными созвездиями соседствуют Гончие Псы, Жираф, Ящерица, Волопас, но их частичные очертания не угадываются.

Если участник обозначил иные созвездия (неверно соединил звезды или неправильно подписал), то за каждое неверное созвездие минус 1 балл (общая оценка должна составить не менее 0 баллов за пункт б)).

в) **Астеризм** – это легко различимая группа звезд, имеющая исторически устоявшееся самостоятельное название (**1 балла**). На рисунке обозначены астеризмы **Большой ковш, Малый ковш** и астеризм «W». Достаточно указания хотя бы одного из них (**1 балл**).

г) «Хвост» Малой Медведицы заканчивается **Полярной звездой (1 балл)**. Она указывает на Северный полюс мира и используется для ориентирования (например, в навигации).

Задача 5. Сверхгигант (8 баллов).

Антарес (α Скорпиона) – красный сверхгигант, одна из ярчайших звезд на ночном небе. Масса Антареса составляет 12,4 масс Солнца, а радиус – 676 радиусов Солнца.

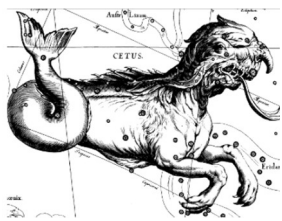
а) Какие планеты оказались бы внутри Антареса, если бы им заменили Солнце?

б) Определите среднюю плотность Антареса. Во сколько раз плотность Солнца больше плотности Антареса?

Примечание: объем шарообразного тела определяется по формуле $V = 4\pi R^3/3$, где $\pi = 3.14$, а R – радиус шара.

Возможное решение:

а) Из справочных данных: масса Солнца $1,989 \cdot 10^{30}$ кг, радиус Солнца 697 000 км, 1 а.е. = $1,496 \cdot 10^{11}$ м = $1,496 \cdot 10^8$ км. Тогда радиус Антареса $R = 471\,172\,000$ км $\approx 4,7 \cdot 10^{11}$ м (**1 балл**)
Радиус Антареса больше, чем радиус орбиты планет Меркурий (0,3871 а.е.), Венера (0,7233 а.е.), Земля (1 а.е.), Марс (1,5237 а.е.), но меньше, чем радиус орбиты Юпитера (5,2028 а.е.), поэтому внутри Антареса оказались бы Меркурий, Венера, Земля и Марс. (**1**



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

8 класс, 2022/2023 учебный год

Длительность 2,5 часа.

Максимум 48 баллов.



балл; если радиус посчитан неправильно, но для того радиуса правильно определены планеты, оказавшиеся внутри, то за этот пункт также ставится 1 балл).

в) Масса Антареса: $m = 12,4 \cdot 1,989 \cdot 10^{30} = 2,47 \cdot 10^{31}$ (1 балл).

Объем Антареса: $V = 4 \cdot 3,14 \cdot (4,7 \cdot 10^{11})^3 / 3 = 4,35 \cdot 10^{35} \text{ м}^3$ (1 балл).

Тогда плотность Антареса: $\rho = m/V = 5,7 \cdot 10^{-5} \text{ кг/м}^3$. (1 балл)

Чтобы найти плотность Солнца, нужно определить его объем:

$V_c = 4 \cdot 3,14 \cdot (697 \cdot 10^6)^3 / 3 = 1,42 \cdot 10^{27} \text{ м}^3$. (1 балл)

Тогда плотность Солнца $\rho_c = 1,989 \cdot 10^{30} / (1,42 \cdot 10^{27}) \approx 1403 \text{ кг/м}^3$. (1 балл)

Плотность Солнца в $1403 / (5,7 \cdot 10^{-5}) = 24,6$ миллиона раз больше (1 балл).

Участник может решать задачу в общем виде, не делая промежуточных вычислений массы и объема Антареса и объема Солнца. При получении верных ответов пункт б) оценивается в полном объеме даже при отсутствии промежуточных вычислений.

Если участник выполнил вычисления с ошибкой, но привел верную формулу для вычисления плотности, то за наличие верной формулы плотности $\rho = m/V$ ставится 1 балл.

Задача 6. Восходит и заходит (8 баллов).

Юный астроном Витя заметил однажды, что некоторая звезда взошла в 00^ч 01^м по местному времени. Помогите Вите определить, сколько еще раз эта звезда может пересечь горизонт в пункте местонахождения Вити за данные сутки.

Возможное решение:

Звездные сутки, равные периоду вращения Земли относительно неподвижных звезд, чуть короче солнечных и равны примерно 23 часа 56 минут (3 балла). Поэтому данная звезда за эти сутки успеет зайти за горизонт и вновь взойти в 23 часа 57 минут по местному времени, то есть пересечет горизонт еще дважды (3 балла). Кроме того, за оставшиеся три минуты звезда может опять зайти за горизонт, третий раз за сутки пересекая горизонт (2 балла).
