



# Муниципальный этап по астрономии

## Условия и решения

7 класс

29 ноября 2022

### 1. Сигнал с Juno

8 баллов

Космический аппарат Juno находится в системе Юпитера. Какое минимальное время идет сигнал от аппарата до Земли. Ответ выразите в минутах. Орбиту Юпитера считать круговой.

#### Решение.

Сигнал от космического аппарата Juno распространяется со скоростью света  $c = 300\,000$  км/с. Минимальное время прохождения сигнала будет в том случае, если расстояние между Землей и аппаратом будет минимальным. Это условие можно перефразировать так: нам нужно найти время прохождения сигнала от спутника в тот момент, когда расстояние между Землей и Юпитером минимально.

Минимальное расстояние между планетами бывает в моменты противостояния Юпитера, когда обе планеты находятся на одной линии с Солнцем, по одну сторону от Солнца. В этом случае расстояние между планетами равно

$$r = R_{\text{J}} - R_{\oplus} = 5.2 \text{ а.е.} - 1 \text{ а.е.} = 4.2 \text{ а.е.}$$

Теперь вычислим время прохождения сигнала. Это можно сделать двумя способами.

**Вариант 1.** Воспользуемся формулой связывающей скорость, путь и время  $l = v \cdot t$ . Выразим время:

$$t = \frac{r}{c} = \frac{4.2 \text{ а.е.}}{c = 300\,000 \text{ км/с}}$$

В числителе у нас астрономические единицы, в знаменателе — километры. Надо прийти к одинаковым единицам исчисления. 1 астрономическая единица равна 150 000 000 километров.

$$t = \frac{4.2 \text{ а.е.} \cdot 150\,000\,000 \text{ км}}{c = 300\,000 \text{ км/с}} = 2\,100 \text{ секунд} = 35 \text{ мин}$$

#### Вариант 2.

Расстояние в 1 а.е. свет проходит за 500 секунд. Значит расстояние в 4.2 а.е. свет пройдет за время в 4.2 раза большее, чем 500 секунд.

$$t = 4.2 \cdot 500 \text{ секунд} = 2100 \text{ секунд} = 35 \text{ мин}$$

Ответ.  $t = 35$  минут

<b>Критерии оценивания</b>	<b>8</b>
Минимальное время в противостоянии .....	2
Вычисление времени в секундах .....	2
Перевод из секунд в минуты .....	2
Правильный ответ .....	2
Если участник берет 8 минут.....	-1

## 2. Факты 8 баллов

Выберите правильные факты. Поясните для каждого случая, почему вы так думаете.

- В Солнечной системе известно всего 8 больших планет
- Ближайшая планета к Земле - Марс. Орбиты планет считать круговыми.
- Свет от Солнца до Луны идет около 8 минут
- Ближайшая к Земле карликовая планета - Церера

**Решение.** Разберем каждый из вариантов.

- В Солнечной системе известно всего 8 больших планет - **верное** утверждение, эти планеты: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун
- Ближайшая планета к Земле - Марс. Это утверждение **неверно**. Так как минимальное расстояние между Венерой и Землей составляет 0.28 а.е., что меньше минимального расстояния между Марсом и Землей 0.52 а.е.
- Свет от Солнца до Луны идет около 8 минут - **верное** утверждение, так как расстояние от Луны до Земли много меньше чем расстояние от Солнца до Земли. Поэтому Свет от Солнца до Луны и Земли идет примерно одинаковое время - около 8 минут.
- Ближайшая к Земле карликовая планета - Церера - это утверждение тоже верно. В 2006 году после введение определения карликовой планеты Международным астрономическим союзом Церера имеющая круглую форму и самый большой размер среди астероидов главного пояса стала ему соответствовать.

**Ответ.** Верные утверждения: В Солнечной системе известно всего 8 больших планет, Свет от Солнца до Луны идет около 8 минут, Ближайшая к Земле карликовая планета - Церера

### Критерии оценивания

8

Определение каждого утверждения с кратким обоснованием... 4 × 2

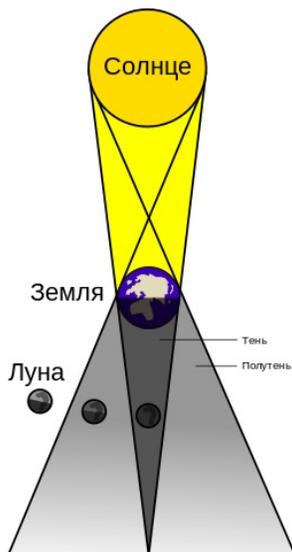
В случае отсутствия обоснования баллы выставляются только за верные утверждения 3 × 1

### 3. Затмение в Гринвиче

16 баллов

8 ноября на Земле можно было наблюдать лунное затмение. Какова причина лунных затмений? Нарисуйте схему затмения поясняющую происходящее явление. Оно начнется в 10 часов 30 минут дня по гринвичскому времени. Увидят ли жители Гринвича это лунное затмение?. Длительность полного затмения составляло 1 час 25 минут.

**Решение.** Лунные затмения происходят потому, что Луна попадает в тень Земли, следовательно правильный порядок положения объектов Солнце, Земля, Луна. Причем объекты должны находится точно на одной прямой, иначе тень Земли не попадет на Луну. Схема затмения показана на рисунке:



Рисовать лучи желательно, но не обязательно. Поскольку лунное затмение начинается в 10 часов 30 минут по гринвичскому времени, а продолжительность теневой фазы затмения составила 1 час 25 минут, следовательно оно закончится в 11 часов 55 минут по гринвичскому времени, почти в полдень, когда Солнце пересекает небесный меридиан в верхней кульминации. Следовательно в Гринвиче наблюдать это Лунное затмение будет невозможно.

**Ответ.** Рисунок с положением Солнце, Земля, Луна на одной прямой. Жители Гринвича не смогут наблюдать это лунное затмение, так как в это время у них будет полдень по местному времени

<b>Критерии оценивания</b>	<b>16</b>
Наличие рисунка - любого .....	1
Наличие правильного рисунка с пояснениями .....	8
Наличие правильного рисунка без пояснений .....	4
Расчет времени окончания затмения .....	4
Вывод о том что этот момент близок к полудню .....	2
Общий вывод о том, что затмение в Гринвиче наблюдать будет нельзя	2

#### 4. Экзопланеты 16 баллов

Сейчас подтверждено существование более 5000 планет за пределами Солнечной системы — экзопланет. При этом, мы наблюдаем широкое разнообразие параметров этих планет, и ожидаем, что совершенствование методов их изучения позволит нам обнаружить огромное количество вариантов физических условий в этих мирах. Пока, по имеющимся у нас данным мы можем делать прогнозы о преимущественном химическом составе таких планет (газ, лед, камень, высокое содержание металлов) и высказывать предположения о наличии или отсутствии твердой поверхности или поверхности являющейся жидкой или замерзшей. В таблице ниже приведены параметры нескольких экзопланет. Заполните в таблице недостающие данные и выскажите свой прогноз о предполагаемом химическом составе и наличии твердой поверхности.

Название	Масса	Радиус	Плотность	Хим. состав	Наличие поверхности
Земля	$5.97 \cdot 10^{24}$ кг	6400 км	5500 кг/м <sup>3</sup>	Камень, металлы	Есть тв. пов.
Фортуна	$0.83M_{\oplus}$	7110 км	?	?	?
Милса	?	14100 км	1280	?	?
Кракер	$380M_{\oplus}$	89600 км	?	?	?

Примечание: считая, что планеты имеют шаровую форму, используйте формулу объема шара:

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3$$

**Решение.** Предполагаемые ответы в таблице. Для расчетов нужно будет использовать известную формулу:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

предварительно сделав перевод массы планет в кг, радиуса из км в м.

Фортуна: плотность меньше земной и соответствует плотности каменных пород. При таком сочетании плотности, массы и размеры планета будет каменной и иметь твердую поверхность.

Милса: у планеты масса в 2.5 раза, а размер в 2.2 раза больше земных, при этом плотность соответствует плотности газовых гигантов, таких как Юпитер, например. Но эта планета при таких размерах и массе не может быть газовым гигантом. В этом случае, плотность для газового состава слишком велика, а для каменистого состава слишком мала. И соответствует жидкости или льду. Отсюда делаем вывод, что по химическому составу планета имеет ледяной или жидкий состав, а поверхность у планеты есть и она ледяная или жидкая.

Кракер: Средняя плотность планеты меньше плотности воды, а сочетание массы и радиуса вполне отвечает планетам-гигантам. Отсюда делается вывод о том, что эта планета является газовым гигантом и не имеет твердой поверхности.

Название	Масса	Радиус	Плотность	Хим. состав	Наличие поверхности
Земля	$5.97 \cdot 10^{24}$ кг	6400 км	5500 кг/м <sup>3</sup>	Камень, металлы	Есть тв. пов.
Фортуната	$0.83M_{\oplus}$	7110 км	3187 кг/м <sup>3</sup>	Камень	Есть тв. пов.
Милса	$2.52M_{\oplus}$	14100 км	1280 кг/м <sup>3</sup>	Вода или лед	Океан или лед
Кракер	$380M_{\oplus}$	89600 км	753 кг/м <sup>3</sup>	Газ	Нет поверхности

### Критерии оценивания 16

Вычислена плотность Фортунаты .....	3
Вычислена масса Милсы в массах Земли или кг .....	3
Вычислена плотность Кракена .....	3
Сделан правильный вывод о химическом составе Фортунаты .....	2
Сделан правильный вывод о химическом составе Милсы .....	3
Сделан правильный вывод о химическом составе Кракена .....	2

### 5. Спутники 16 баллов

Определите спутников у каждой из больших планет и сколько всего спутников у больших планет Солнечной системы вместе взятых. Если у Юпитера их на 3 меньше, чем у второй по массе планеты Солнечной системы. А спутников у Урана и Нептуна вместе на 1 больше, чем половина спутников Юпитера. Спутников же седьмой планеты - на 1 меньше, чем удвоенное число спутников последней планеты. Спутников у Марса вдвое больше чем у Земли. А у последней планеты спутников на 2 меньше удвоенного числа больших планет.

**Решение.** Для решения данной задачи необходимо вспомнить, что в Солнечной системе 8 больших планет, из которых у двух - Меркурия и Венеры естественных спутников нет. После необходимо вспомнить, что у Земли такой спутник один. Следовательно у Марса их два. У последней планеты - Нептуна их будет:

$$2 \cdot 8 - 2 = 14$$

Седьмая планета Солнечной системы - Уран будет иметь количество спутников:

$$2 \cdot 14 - 1 = 27$$

Спутников у Юпитера согласно условию:

$$2 \cdot (14 + 27 - 1) = 80$$

Вторая по размеру планета Солнечной системы - Сатурн. И число его спутников:

$$80 + 3 = 83$$

И общее число спутников:

$$0 + 0 + 1 + 2 + 80 + 83 + 27 + 14 = 207$$

**Ответ.** Меркурий - 0, Венера - 0, Земля - 1, Марс - 2, Юпитер - 80, Сатурн - 83, Уран - 27, Нептун - 14. Общее число спутников - 207

**Критерии оценивания** **16**

Указание на то, что у Меркурия и Венеры нет спутников .....	1
Нахождение количества спутников Марса .....	2
Указание в решении, что в солнечной системе 8 больших планет ...	1
Указание, что Уран седьмая планета .....	1
Указание, что вторая по размеру планета - Сатурн.....	1
Нахождение числа спутников Нептуна - 14 .....	2
Нахождение числа спутников Урана - 27 .....	2
Нахождение числа спутников Юпитера - 80 .....	2
Нахождение числа спутников Сатурна - 83 .....	2
Верное общее количество спутников - 207.....	2

**6. 1918** 16 баллов

В России переход с юлианского календаря на григорианский произошел в 1918 году, когда после 31 января 1918 года сразу наступило некое число февраля. Посчитайте, какое число было первым в феврале 1918 году в России по Григорианскому стилю. И какой день недели было последнее число января по юлианскому календарю.

**Решение.** Для решения этой задачи потребуется вспомнить, что сейчас у нас разни-

ца между григорианским и юлианским календарем составляет 13 дней. Именно поэтому у нас старый новый год празднуется 13 января. Следовательно первым днем в феврале 1918 года было 14 февраля. Для нахождения дня недели необходимо сказать, что 31 января 1918 г. в России тогда было 13 февраля по григорианскому календарю. Сегодня 29 ноября 2022 г - вторник. Известно, что за один обычный год 365 дней проходит 52 полных недели и 1 день, т.е. год назад в 2021 году 29 ноября было понедельником. Если же год високосный, то в нем 366 дней, а следовательно 52 полных недели и 2 дня. Тем самым посчитаем, какой день недели будет 1 января 2023 года, а затем каким днем недели было 1 января 1918 г. Итак от 29 ноября 2022 до 1 января 2023 года пройдет:

$$2 + 31 = 33 \text{ дня}$$

Это 4 недели и 5 дней, следовательно это будет + 5 дней от вторника - воскресенье. 1 января 2023 года - воскресенье. Теперь посчитаем сколько прошло обычных и сколько високосных лет между 1918 и 2023 годами:

$$2023 - 1918 = 105 \text{ лет}$$

из которых високосными были:

1920, 1924, 1928, 1932, 1936, 1940, 1944, 1948, 1952, 1956, 1960, 1964,  
1968, 1972, 1976, 1980, 1984, 1988, 1992, 1996, 2000, 2004, 2008, 2012, 2016, 2020

26 високосных лет, этот же результат можно получить, если взять целое число от деления 105 на 4.

Следовательно общее число обычных лет 79 обычных и 26 високосных лет.

Тогда общее число дней смещения составит:

$$79 + 26 \cdot 2 = 131 = 18 \cdot 7 + 5 \text{ дней}$$

Значит 1 января 1918 года было вторником по григорианскому календарю.

Теперь определим день недели 13 февраля 1918 г по григорианскому календарю:

$$30 + 13 = 43 = 6 \cdot 7 + 1 \text{ день}$$

Следовательно 13 февраля 1918 года по григорианскому календарю, оно же 31 января 1918 г. по юлианскому календарю было средой.

**Ответ.** Первым в феврале 1918 г было 14 февраля. Последний день 31 января 1918 г по юлианскому календарю было средой.

<b>Критерии оценивания</b>	<b>16</b>
Знание разницы между календарями - 13 дней .....	2
Вычисление первого дня февраля .....	4
Определение смещения обычного года .....	1
Определение високосного обычного года .....	1
Определение числа проведенных обычных лет .....	2
Определение числа проведенных високосных лет .....	2
Нахождение смещения в днях недели .....	4

## 7. Звездная карта

20 баллов

Перед вами экваториальный фрагмент карты звездного неба, определите:

- В каких созвездиях находятся звезды с указанными координатами, если знаете напишите их названия:
  - $\alpha_1 = 05^h 55^m \delta_1 = +07^\circ 24'$
  - $\alpha_2 = 04^h 36^m \delta_2 = +16^\circ 31'$
  - $\alpha_3 = 06^h 45^m \delta_3 = -16^\circ 43'$
- Какое угловое расстояние разделяет 1 и 3 звезды?
- Найдите на карте и запишите обозначение в ответы:
  - Самого восточного рассеянного звездного скопления
  - Самого северного рассеянного звездного скопления
  - Самого южного рассеянного звездного скопления
- В каком созвездии находится Марс, если его координаты на 29 ноября 2022  $\alpha = 5^h 12^m \delta = +24^\circ 51'$
- Перечислите через какие созвездия на этой карте проходит:
  - Небесный экватор
  - Эклиптика (Зодиак)
  - Галактический экватор
- Определите координаты следующих звезд:
  - $\lambda$  Тельца
  - $\gamma$  Близнецов
  - $\alpha$  Малого Пса

**Решение.** Для нахождения положения по координатам необходимо использовать

шкалы координат по краям карты. Для нахождения взаимного углового расстояния нужно использовать линейку и шкалу склонений. Так как видно, что сетка координат декартова, то можно определить шаг масштаба таким образом и пересчитать в расстояние измеренное между двумя заданными точками -  $27^\circ$ .

**Ответ.** Вопрос №1 - Орион, Телец, Большой пес. Вопрос №2 -  $27^\circ$ , Вопрос №3 - М48, М35, М93, Вопрос №4 - Телец, Вопрос №5 - Экватор: Гидра, Малый Пес, Единорог, Орион Эридан, Телец. Эклиптика - Рак, Близнецы, Телец, Галактический экватор - Паруса, Большой Пес, Единорог, Орион, Близнецы, Телец. Вопрос №6 -  $\lambda$  Тельца -  $\alpha_4 = 04^h00^m\delta_4 = +12^\circ29'$ ,  $\gamma$  Близнецов -  $\alpha_5 = 06^h38^m\delta_5 = +16^\circ24'$ ,  $\alpha$  Малого Пса -  $\alpha_6 = 07^h39^m\delta_6 = +05^\circ13'$ .

### Критерии оценивания

**20**

Вопрос №1.1 - Орион - Бетельгейзе .....	1
Вопрос №1.2 - Телец - Альдебаран .....	1
Вопрос №1.3 - Большой Пес - Сириус .....	1
Вопрос №2 - $27^\circ$ .....	3
Вопрос №3.1 - М48 .....	1
Вопрос №3.2 - М35 .....	1
Вопрос №3.3 - М93 .....	1
Вопрос №4. - Телец .....	2
Вопрос №5.1 - Гидра, Малый Пес, Единорог, Орион Эридан, Телец .	1
Вопрос №5.1 - Рак, Близнецы, Телец .....	1
Вопрос №5.1 - Паруса, Большой Пес, Единорог, Орион, Близнецы, Телец1	
Вопрос №6.1 - $\lambda$ Тельца - $\alpha_4 = 04^h00^m\delta_4 = +12^\circ29'$ .....	2
Вопрос №6.2 - $\gamma$ Близнецов - $\alpha_5 = 06^h38^m\delta_5 = +16^\circ24'$ .....	2
Вопрос №6.3 - $\alpha$ Малого Пса - $\alpha_6 = 07^h39^m\delta_6 = +05^\circ13'$ .....	2

Склонение

