

**1-ЫЙ ДИСТАНЦИОННЫЙ ЭТАП
МОСКОВСКОЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ**

2021–2022 уч. г.

Задания и решения

5–11 класс

Задача 1

Астроном-любитель наблюдает Юпитер рядом с Луной. Ранее он прочитал в новостях, что в этот день расстояние до Юпитера минимальное. В какой фазе находится Луна?

- новолуние
- 1-ая четверть
- полнолуние
- 3-я четверть

Ответ: полнолуние (2 балла)

Комментарий: расстояние до Юпитера минимальное, когда он находится в направлении, противоположном Солнцу. В том же направлении находится Луна. Значит, видимое полушарие Луны полностью освещено Солнцем, т. е. наблюдается полнолуние.

Задача 2

Какая карликовая планета находится ближе всего к Солнцу?

- Макемаке
- Плутон
- Хаумеа
- Церера
- Эрида

Ответ: Церера (2 балла)

Комментарий: Церера находится в Главном поясе астероидов между орбитами Марса и Юпитера. Остальные объекты расположены за орбитой Нептуна.

Задача 3

Отметьте созвездия, которые не имеют общей границы ни с одним другим из этого списка.

- Близнецы
- Весы
- Змееносец
- Козерог
- Рыбы
- Скорпион
- Стрелец

Ответ: Близнецы, Рыбы.

Критерии: за правильный ответ **2 балла**; за каждый ошибочно выбранный или невыбранный пункт штраф **–1 балл**.

Задача 4

На фотографиях серебристых облаков, сделанных летом в средних северных широтах, часто можно заметить яркую звезду. Что это за звезда?



- Альдебаран
- Альтаир
- Альфа Центавра
- Антарес
- Арктур
- Вега
- Капелла

- Полярная
- Процион
- Сириус
- Спика
- Фомальгаут

Ответ: Капелла (2 балла)

Комментарий: Серебристые облака видны на севере. Летом низко над горизонтом могут быть видны те звёзды, которые зимой наблюдаются очень высоко. Самая яркая из таких звёзд – Капелла.

Задача 5

Легенда гласит, что ужасный скорпион напал на одного из героев древней Греции. Теперь этот герой так его боится, что стремится скрыться за горизонтом, как только Скорпион появляется на небе. Что это за герой?

- Ахиллес
- Волопас
- Геракл
- Орион
- Стрелец
- Тесей
- Цефей
- Ясон

Ответ: Орион (2 балла)

Комментарий: Очевидно, что искомое созвездие должно находиться примерно в противоположной части неба.

Задача 6

В этом списке все объекты, кроме одного, принадлежат к одному типу. Отметьте лишний объект.

- галактика Водоворот
- Большое Магелланово Облако
- туманность Андромеды
- туманность Ориона
- туманность Треугольника

Ответ: туманность Ориона (2 балла)

Комментарий: туманность Ориона – это газовая туманность. Все остальные объекты – галактики.

Задача 7

Альфонс Свайнхарт сделал видео, в котором мы подобно лучу света летим от Солнца мимо планет Солнечной системы. Юпитер мы пролетаем через 43 минуты. Расстояние от Солнца до Юпитера 5 а.е., Нептуна – 30 а.е. За какое время в таких условиях свет пройдёт расстояние от Солнца до Нептуна? Ответ дайте в минутах.

Ответ: 258 (2 балла)

Комментарий: Нептун находится дальше Юпитера в 6 раз. Значит, времени потребуется в 6 раз больше.

Задача 8

Согласно декрету Совнаркома РСФСР, в 1918 году после 31 января следовало 14 февраля. Таким образом в России произошёл переход на григорианский календарь. Сколько пятниц было зимой (в три зимних месяца) 1917–18 гг. в РСФСР, если 14 февраля было четвергом?

Ответ: 11 (2 балла)

Комментарий: 1918 год не високосный, значит, в феврале всего 28 дней. Поэтому в феврале только 2 пятницы. В январе и декабре $31+31 = 62$ дня. Это 8 полных недель и 6 дней. Значит, в этих месяцах 8 четвергов, а остальных дней по 9.

6–11 класс

Задача 9

Выберите из списка объекты и явления, которые открыл Галилео Галилей.

- атмосфера Венеры
- горы на Луне
- одиннадцатилетний период солнечной активности
- периодичность кометы Галлея
- планета Уран
- расширение Вселенной
- спутники Сатурна
- тёмная энергия
- фазы Венеры
- экзопланеты
- эллиптические орбиты у планет

Ответ: горы на Луне, фазы Венеры

Критерии: за правильный ответ **2 балла**; за каждый ошибочно выбранный или невыбранный пункт штраф **–1 балл**.

Комментарий: Иоганн Кеплер открыл движение планет по эллиптическим орбитам во время жизни Галилея. Все остальные открытия были сделаны позже. Титан, самый большой спутник Сатурна, открыл Христиан Гюйгенс спустя более 10 лет после смерти Галилея. Периодичность кометы Галлея открыл Эдмунд Галлей в начале XVIII в. В 1761 г. Атмосферу Венеры открыл М. В. Ломоносов. В 1781 г. планету Уран открыл Уильям Гершель. Одиннадцатилетний период солнечной активности был определён только в середине XIX в. трудами Генриха Швабе. Расширение Вселенной открыто в 20-х годах XX в. Экзопланеты стали открывать только в конце XX в. Тогда же появилась гипотеза о темной энергии.

Задача 10

В какое время можно наблюдать Меркурий в западной элонгации невооружённым глазом?

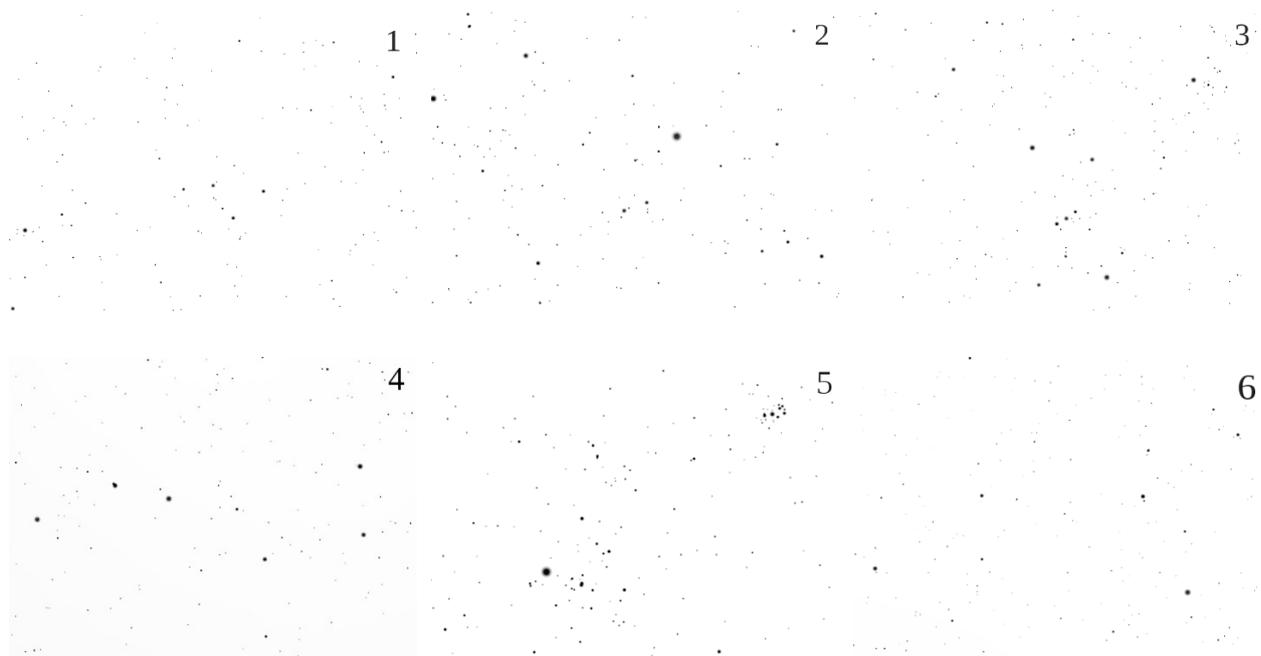
- утром
- днем
- вечером
- ночью

Ответ: утром (2 балла)

Комментарий: Меркурий всегда находится на небе вблизи Солнца. Поэтому его можно видеть только перед рассветом или сразу после заката. В западной элонгации Меркурий располагается к западу от Солнца, т. е. восходит раньше Солнца.

Задача 11

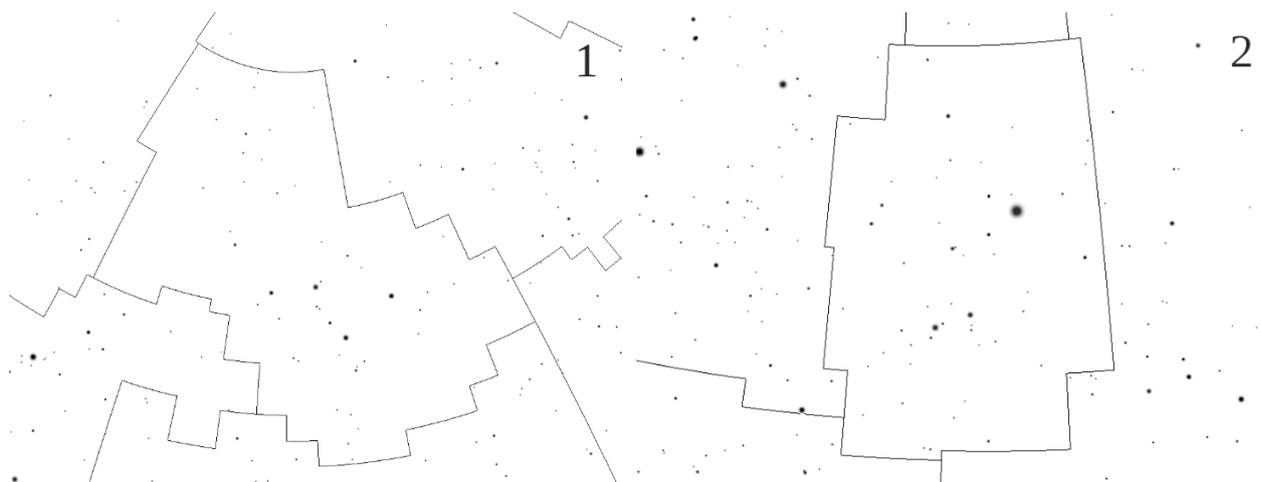
На каких рисунках изображена часть некоторого созвездия, а не созвездие полностью?



Ответ: 4, 5, 6

Критерии: за правильный ответ **2 балла**; за каждый невыбранный правильный или выбранный неправильный вариант штраф **-1 балл**.

Комментарий:





Задача 12

Вариант 1

При наблюдении с Земли некоторый внешний астероид наблюдается в противостоянии с Солнцем каждые 5 лет. Также раз в 5 лет внутренний астероид вступает в нижнее соединение с Солнцем. Во сколько раз период обращения вокруг Солнца внутреннего астероида больше периода внешнего?

Ответ: 1.5 или $2/3$ и приближенные десятичные значения последнего числа: 0.7, 0.67 и т.д. (**2 балла**), варианты с неправильным округлением (**1 балл**).

Комментарий: за 5 лет Земля делает на один оборот вокруг Солнца больше, чем внешний астероид. Тогда его орбитальный период равен $5/4$ года. Аналогично, период внутреннего астероида равен $5/6$ года. Следовательно, отношение периодов $\frac{5}{4} \cdot \frac{6}{5} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2} = 1.5$.

Вариант 2

При наблюдении с Земли некоторый внешний астероид наблюдается в противостоянии с Солнцем каждые 6 лет. Также раз в 6 лет внутренний

1-ый дистанционный этап.

Московской астрономической олимпиады. 2021–2022 уч. г.

астероид вступает в нижнее соединение с Солнцем. Во сколько раз период обращения вокруг Солнца внутреннего астероида больше периода внешнего?

Ответ: 1.4 или $5/7$ и приближенные десятичные значения последнего числа: 0.7, 0.71 и т.д. (2 балла), варианты с неправильным округлением (1 балл).

Вариант 3

При наблюдении с Земли некоторый внешний астероид наблюдается в противостоянии с Солнцем каждые 11 лет. Также раз в 11 лет внутренний астероид вступает в нижнее соединение с Солнцем. Во сколько раз период обращения вокруг Солнца внутреннего астероида больше периода внешнего?

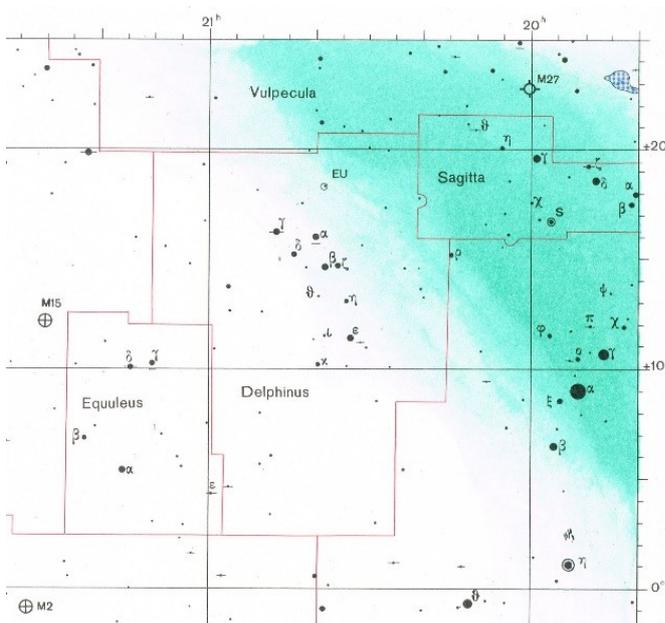
Ответ: 1.2 или $5/6$ и приближенные десятичные значения последнего числа: 0.8, 0.83 и т.д. (2 балла), варианты с неправильным округлением (1 балл).

Комментарий: В условии задачи закралась опечатка. Очевидно, что внутренний астероид имеет меньший период. Поэтому было принято решение засчитывать за правильный ответ как тот, что задумывался авторами, так и обратный ему, который математически точен в условии с опечаткой.

8–11 класс

Задача 13

В созвездии Дельфин вспыхнула Новая звезда. Её примерные экваториальные координаты $\alpha=20^{\text{h}}25^{\text{m}}$, $\delta=+21^{\circ}$. Выберите на фотографии точку, в которой вспыхнула звезда.



Ответ: 2 (2 балла)

Задача 14

Полное солнечное затмение наблюдалась в нескольких крупных городах. Расставьте эти города в порядке наступления в них затмения.

- Анталья (Турция)
- Астрахань (Россия)
- Аккра (Гана, западная Африка)
- Нур-Султан (быв. Астана, Казахстан)
- Горно-Алтайск (Россия)
- Сухуми (Абхазия)

Ответ: Аккра – Анталья – Сухуми – Астрахань – Нур-Султан – Горно-Алтайск (2 балла)

Комментарий: Лунная тень движется по поверхности Земли с запада на восток. Исключения могут быть в высоких широтах, но здесь подобные пункты не указаны.

Задача 15

В таблице даны размеры и расстояния до галилеевых спутников от центра Юпитера. Расставьте спутники в порядке уменьшения их максимального углового размера при наблюдении со станции, движущейся у верхней кромки облаков Юпитера. Радиус Юпитера равен 70 000 км.

Название	Диаметр (км)	Радиус орбиты (км)
Ио	3643	421 800
Европа	3122	671 100
Ганимед	5268	1 070 400
Каллисто	4821	1 882 700

Ответ: Ио – Ганимед – Европа – Каллисто (2 балла)

Комментарий: Для того чтобы определить угловой размер, в тех случаях, когда искомый угол мал, достаточно разделить размер (диаметр) объекта на расстояние до него.

Задача 16

Пользуясь условием предыдущей задачи, отметьте те спутники, чей угловой размер превосходит угловой размер Луны при наблюдении с поверхности Земли.

- Ио
- Европа
- Ганимед
- Каллисто

Ответ: Ио (2 балла)

Комментарий: угловой размер Луны примерно 0.5° или $30'$. Если D – диаметр спутника, a – радиус его орбиты, а R – радиус Юпитера, то примерный угловой размер спутника ρ в угловых градусах можно найти из формулы:

$$\rho = \frac{360}{2\pi} \cdot \frac{D}{a - R}.$$

10–11 класс

Задача 17

Вариант 1

У вас есть телескоп с диаметром объектива 100 мм и фокусным расстоянием 500 мм. Окуляр с каким фокусным расстоянием нужно поставить, чтобы получить увеличение 100 крат? Ответ дайте в миллиметрах.

Ответ: 5 (2 балла)

Вариант 2

У вас есть телескоп с диаметром объектива 200 мм и фокусным расстоянием 400 мм. Окуляр с каким фокусным расстоянием нужно поставить, чтобы получить увеличение 100 крат? Ответ дайте в миллиметрах.

Ответ: 4 (2 балла)

Вариант 3

У вас есть телескоп с диаметром объектива 250 мм и фокусным расстоянием 600 мм. Окуляр с каким фокусным расстоянием нужно поставить, чтобы получить увеличение 100 крат? Ответ дайте в миллиметрах.

Ответ: 6 (2 балла)

Вариант 4

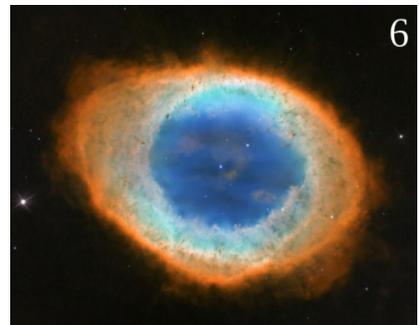
У вас есть телескоп с диаметром объектива 300 мм и фокусным расстоянием 900 мм. Окуляр с каким фокусным расстоянием нужно поставить, чтобы получить увеличение 100 крат? Ответ дайте в миллиметрах.

Ответ: 9 (2 балла)

Комментарий: увеличение примерно равно отношению фокусного расстояния объектива к фокусному расстоянию окуляра.

Задача 18

Выберите фотографии, на которых изображены планетарные туманности.



Ответ: 1, 2, 5, 6

Критерии: за правильный ответ **2 балла**; за каждый невыбранный правильный или выбранный неправильный вариант штраф **-1 балл**.

Комментарий: планетарная туманность формируется из вещества, сброшенного звездой на стадии красного гиганта. Большинство планетарных туманностей имеют почти сферический вид (2 – M 27 «Гантель», 5 – NGC 7293 «Улитка», 6 – M 57 «Кольцо»), но некоторые имеют более сложную биполярную форму (1 – Mz 3 «Муравей»). На фотографии 3 изображена Трёхраздельная туманность (M 20), на фотографии 4 – Крабовидная туманность (M 1).

Задача 19

Вариант 1

Большая полуось астероида равна 3.5 а.е., а эксцентриситет его орбиты – 0.5. Во сколько раз в перигелии своей орбиты он получает больше энергии от Солнца, чем в афелии? Ответ округлите до целых.

Ответ: 9 (2 балла)

Комментарий: освещённость, создаваемая Солнцем, пропорциональна расстоянию r от Солнца как r^{-2} . Расстояние в перигелии равно $p = a(1 - e)$, а расстояние в афелии – $q = a(1 + e)$. Здесь a – большая полуось орбиты, а e – её эксцентриситет. Тогда искомое отношение

$$\frac{E_p}{E_q} = \left(\frac{q}{p}\right)^2 = \left(\frac{1+e}{1-e}\right)^2 = \left(\frac{1.5}{0.5}\right)^2 = 9$$

Вариант 2

Большая полуось астероида равна 3.1 а.е., а эксцентриситет его орбиты – 0.6. Во сколько раз в перигелии своей орбиты он получает больше энергии от Солнца, чем в афелии? Ответ округлите до целых.

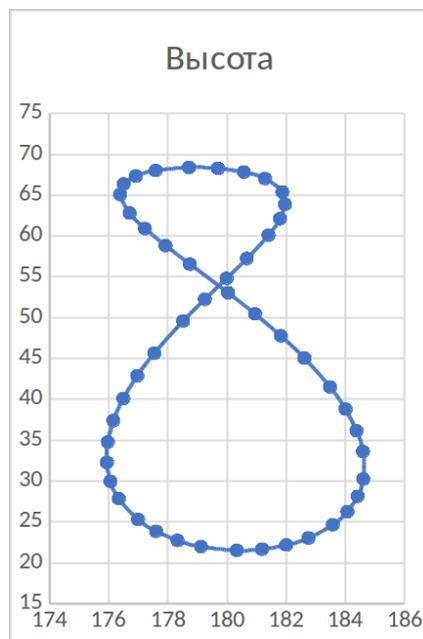
Ответ: 16 (2 балла)

Вариант 3

Большая полуось астероида равна 2.8 а.е., а эксцентриситет его орбиты – 0.75. Во сколько раз в перигелии своей орбиты он получает больше энергии от Солнца, чем в афелии? Ответ округлите до целых.

Ответ: 49 (2 балла)

Задача 20



1-ый дистанционный этап.

Московской астрономической олимпиады. 2021–2022 уч. г.

Любитель астрономии в одном российском городе один раз за несколько дней отмечал положение Солнца в полдень. Определите с помощью графика город, в котором он живёт.

- Анадырь ($64^{\circ} 44'$ с.ш., $177^{\circ} 31'$ в.д.)
- Барнаул ($53^{\circ} 21'$ с.ш., $83^{\circ} 47'$ в.д.)
- Воронеж ($51^{\circ} 43'$ с.ш., $39^{\circ} 16'$ в.д.)
- Краснодар ($45^{\circ} 2'$ с.ш., $38^{\circ} 58'$ в.д.)
- Москва ($55^{\circ} 45'$ с.ш., $37^{\circ} 37'$ в.д.)
- Мурманск ($68^{\circ} 58'$ с. ш., $33^{\circ} 05'$ в. д.)
- Санкт-Петербург ($59^{\circ} 56'$ с.ш., $30^{\circ} 19'$ в.д.)

Ответ: Краснодар (2 балла)

Комментарий: высота Солнца в верхней кульминации $h = 90^{\circ} - \varphi + \delta$, где φ – широта точки наблюдения, а δ – склонение Солнца. На графике надо определить максимальную (h_{\max}) и минимальную (h_{\min}) высоту Солнца в верхней кульминации в течение года. Поскольку в эти моменты склонения Солнца равны по модулю и противоположны по знаку, легко вычислить широту:

$$\varphi = 90^{\circ} - \frac{h_{\max} + h_{\min}}{2} \approx 45^{\circ} .$$