

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО АСТРОНОМИИ
2020-2021 УЧЕБНЫЙ ГОД
МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП
11 класс**

1. 4 задания по 2 варианта
2. 4 задания по 8 баллов в сумме 32 балла

Обращение к участникам:

Уважаемый участник!

Астрономия один из самых захватывающих и интересных предметов в школьной программе, объединяющий в себе большое количество знаний. А олимпиада по Астрономии - хороший способ развить свои знания и способности и узнать много нового и интересного.

Необходимо помнить, что в олимпиаде важно решение задачи, а не правильный ответ. Можно давать неполные ответы к задаче, и это тоже частично будет засчитываться, если ваши предположения верны. Главное пробовать. Желаем тебе успехов при решении заданий!



olympmo.ru



[@olymp_mo](https://www.instagram.com/olymp_mo)



[/olympmo](https://www.facebook.com/olympmo)



[/olympmo](https://vk.com/olympmo)



[@olympmo](https://www.telegram.com/@olympmo)

1. Астрономия
2. Задание №1 - Наблюдение планет
3. Максимальное количество баллов за задание - 8 баллов
4. Вариант №1
 - а. Условие:

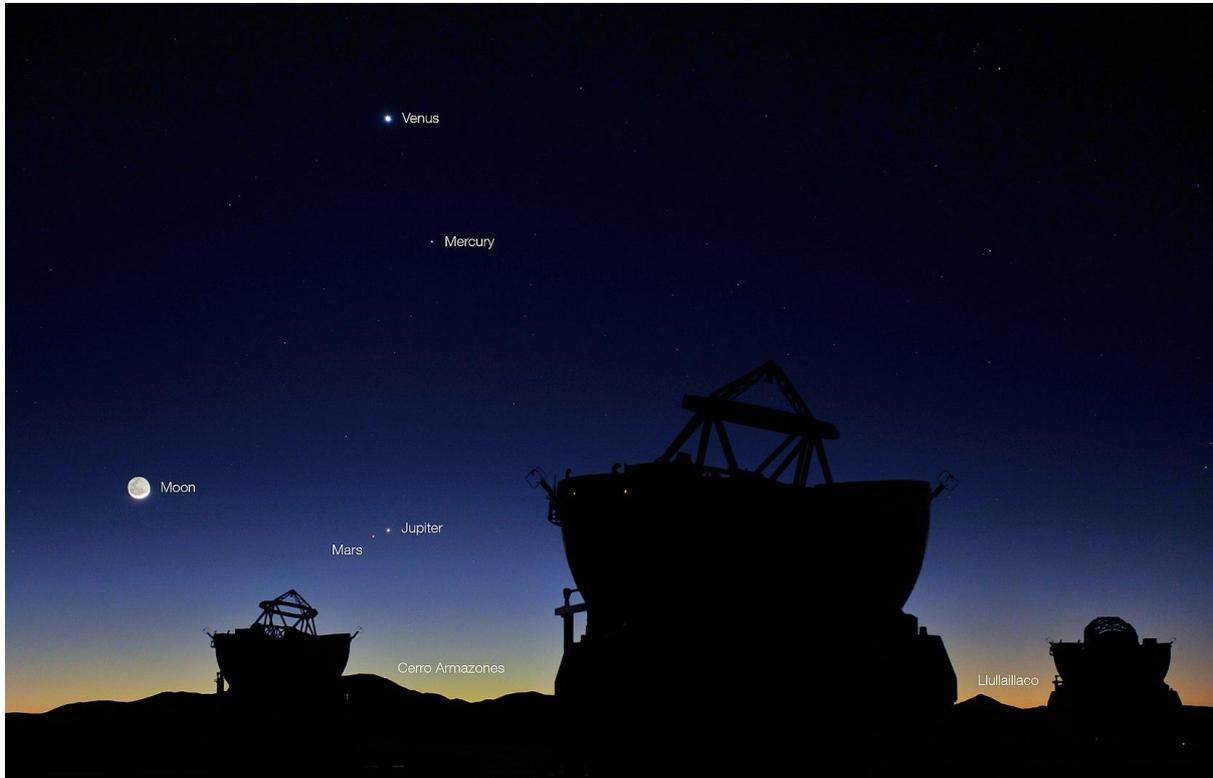


Рис.1 Планеты в небе Южной Европейской обсерватории.

Ученик Ваня наблюдает планеты на вечернем небе после школы. Он видит Марс в верхней кульминации в момент захода Солнца, и так же замечает, что одновременно с этим восходит Юпитер. Помогите Ване нарисовать схему положения планет, для этого надо определить некоторые параметры их взаимного расположения.

Справочные данные оказавшиеся в распоряжении Вани:

Среднее расстояние от Земли до Солнца составляет 150 млн. км.

Среднее расстояние от Марса до Солнца составляет 1.5 а.е.

Среднее расстояние от Юпитера до Солнца составляет 5.2 а.е.

Орбиты всех планет Вася считает круговыми и лежащими в одной плоскости.

б. Вопросы

- 1) Определите расстояние от Земли до Марса, в а.е. с точностью до десятых долей (краткий численный ответ)
- 2) Определите расстояние от Юпитера до Марса в а.е. с точностью до десятых долей. (краткий численный ответ)
- 3) Определите расстояние от Юпитера до Земли в а.е. с точностью до десятых долей. (краткий численный ответ)
- 4) Какое движение на небе имеет среди звезд планета Юпитер в момент наблюдения, прямое или попятное? (выбор одного из нескольких: прямое или попятное)



olympmo.ru



@olymp_mo



/olympmo



/olympmo



@olympmo

в. Ответы

- 1) 1.1 а.е. - 2 балла (точность ± 0.1)
- 2) 4.0 а.е. - 3 балла (точность ± 0.1)
- 3) 4.2 а.е. - 2 балла (точность ± 0.1)
- 4) Попятное - 1 балл

г. Решение:

Чтобы нарисовать подобную схему необходимо разобраться в положении планет. Марс находится в верхней кульминации. Это значит, что Марс отстоит на эклиптике от Солнца на 90° и находится в восточной квадратуре.

Юпитер же восходит с заходом Солнца, следовательно, угол между Юпитером и Солнцем составляет 180° и, следовательно, он находится вблизи противостояния. Значит движение планеты на небе среди звезд будет попятным.

Поскольку все углы, при вершине которых Земля, - прямые и получается также, что угол между направлениями на Солнце и на Юпитер также прямой. Наши расстояния можно вычислить через теорему Пифагора. Необходимо также помнить, что 1 а.е. составляет 150 млн.км.

Расстояние Земля - Марс будет: $\sqrt{1.5^2 - 1^2} = 1.12 \approx 1.1 \text{ а.е.}$

Расстояние Юпитер - Марс будет: $\sqrt{4.2^2 - 1.1^2} = 4.05 \approx 4.0 \text{ а.е.}$

Расстояние Юпитер - Земля будет, в случае противостояния, Земля точно между Юпитером и Солнцем: $5.2 - 1 = 4.2 \text{ а.е.}$

Автор задачи: Игнатъев В. Б.

Изображение

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b6/Planetary_Conjunction_over_Paranal.jpg/1280px-Planetary_Conjunction_over_Paranal.jpg



olympmo.ru



@olymp_mo



/olympmo



/olympmo



@olympmo

1. Астрономия
2. Задание №1 - Наблюдение планет
3. Максимальное количество баллов за задание - 8 баллов
4. Вариант №2
 - а. Условие:



Рис.1 Планеты и Луна в небе г. Петрозаводска.

Ученик Ваня наблюдает планеты на утреннем небе перед тем как идти в школу. Он видит Марс в верхней кульминации в момент восхода Солнца, и так же замечает, что одновременно с этим заходит Сатурн. Помогите Ване нарисовать схему положения планет, для этого надо определить некоторые параметры их взаимного расположения.

Справочные данные оказавшиеся в распоряжении Вани:

Среднее расстояние от Земли до Солнца составляет 150 млн. км.

Среднее расстояние от Марса до Солнца составляет 1.5 а.е.

Среднее расстояние от Сатурна до Солнца составляет 9.6 а.е.

Орбиты всех планет Вася считает круговыми и лежащими в одной плоскости.

б. Вопросы

- 5) Определите расстояние от Земли до Марса, в а.е. с точностью до десятых долей (краткий численный ответ)
- 6) Определите расстояние от Сатурна до Марса в а.е. с точностью до десятых долей. (краткий численный ответ)
- 7) Определите расстояние от Сатурна до Земли в а.е. с точностью до десятых долей. (краткий численный ответ)
- 8) Какое движение на небе имеет среди звезд планета Сатурн в момент наблюдения, прямое или попятное? (выбор одного из нескольких: прямое или попятное)



в. Ответы

- 1) 1.1 а.е. - 2 балла (точность ± 0.1)
- 2) 8.5 а.е. - 3 балла (точность ± 0.1)
- 3) 8.6 а.е. - 2 балла (точность ± 0.1)
- 4) Попятное - 1 балл

г. Решение:

Чтобы нарисовать подобную схему необходимо разобраться в положении планет. Марс находится в верхней кульминации. Это значит, что Марс отстоит на эклиптической от Солнца на 90° и находится в западной квадратуре.

Сатурн же заходит с восходом Солнца, следовательно, угол между Сатурном и Солнцем составляет 180° и, следовательно, он находится вблизи противостояния. Значит движение планеты на небе среди звезд будет попятным.

Поскольку все углы, при вершине которых Земля, - прямые и получается также, что угол между направлениями на Солнце и на Сатурн также прямой. Наши расстояния можно вычислить через теорему Пифагора. Необходимо также помнить, что 1 а.е. составляет 150 млн.км.

Расстояние Земля - Марс будет: $\sqrt{1.5^2 - 1^2} = 1.12 \approx 1.1 \text{ а.е.}$

Расстояние Сатурн - Марс будет: $\sqrt{8.6^2 - 1.1^2} = 8.53 \approx 8.5 \text{ а.е.}$

Расстояние Сатурн - Земля будет, в случае противостояния, Земля точно между Юпитером и Солнцем: $9.6 - 1 = 8.6 \text{ а.е.}$

Автор задачи: Игнатъев В. Б..

Изображение

https://petsu.ru/files/news_notice_event/2020/7/3/thumbnails/970_1593776254_paradplanet1.jpg

<https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/010/001/262421905.jpg>



olympmo.ru



@olymp_mo



/olympmo



/olympmo



@olympmo

1. Астрономия
2. Задание №2 - Онлайн трансляция
3. Максимальное количество баллов за задание 8 баллов
4. Вариант №1

а. Условие

В недалеком будущем к 2030 году “Роскосмос” планирует строительство лунной базы и лунной обсерватории. Представим, что для удобства связи станцию разместили в центре видимого с Земли полушария Луны.

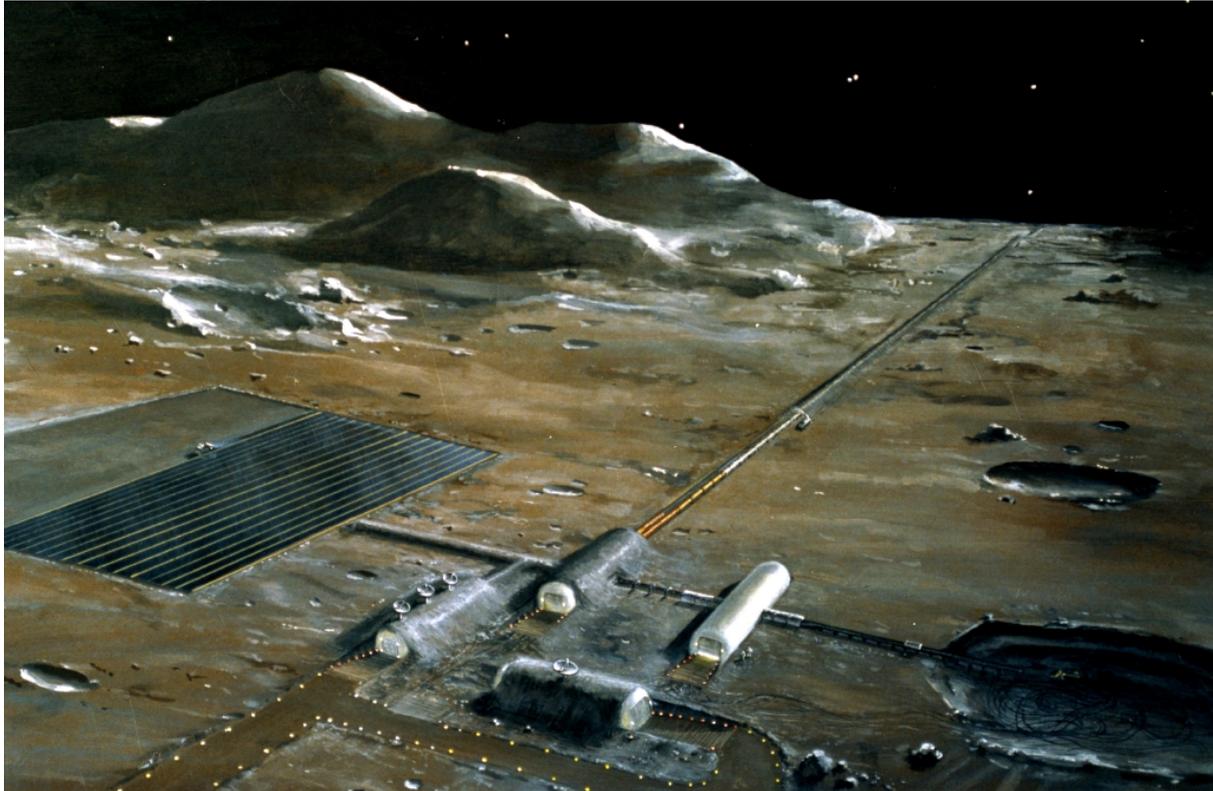


Рис.1 Проект Лунной базы, нарисованный художником

Космонавты ведут онлайн трансляцию восхода Солнца. Известно:

- а. На небе Земли мы видим Солнце как диск, и его угловой размер составляет пол градуса.
- б. Продолжительность солнечных суток на Земле составляет 24 часа
- с. Орбиты Земли вокруг Солнца и Луны вокруг Земли - круговые

Определите:

б. Вопросы

1. Сколько времени в минутах будет продолжаться эта трансляция, если она начинается с появления верхнего края диска Солнца и заканчивается в момент отрыва нижнего края диска Солнца от видимого горизонта Луны? (краткий ввод)
2. Можно ли на этой лунной базе наблюдать заход Земли за горизонт Луны? (выбор из вариантов да или нет)
3. Сколько часов будет продолжаться ночь на этой лунной базе? (краткий ввод)



olympmo.ru



@olymp_mo



/olympmo



/olympmo



@olympmo

4. Сколько наблюдательных часов будет в распоряжении лунных астрономов на этой лунной базе за одни солнечные сутки на Луне? (краткий ввод)

в. Ответы

1. 60 минут - 3 балла, 55 минут - 2 балла (точность 2 минуты)
2. нет - 1 балл,
3. 354 часа - 2 балла, 328 часов - 1 балл (точность 5 часов)
4. 708 часов - 2 балла, 655 часов - 1 балл (точность 5 часов)

г. Решение

Первое, что необходимо установить угловой размер Солнца на небе Луны - он так же, как и на Земле составит 0.5° поскольку расстояние от Луны до Земли много меньше чем от Земли до Солнца. Далее вспомним, что с Земли мы наблюдаем смену Лунных фаз с периодом 29.5 дней. Это и есть продолжительность солнечных суток на Луне. Мы напрямую с Земли видим, как перемещается граница дня и ночи (она называется - терминатор) на Луне. Следовательно, полный круг в 360° терминатор проходит за 29.5 дней или около 12° в земные солнечные сутки, или же 0.5° в час. Ровно на средний размер диска Солнца. Значит восход Солнца будет длиться 1 час или 60 минут. Такова будет продолжительность трансляции.

Второй вопрос задачи имеет однозначный ответ - нет. Дело в том, что для Земного наблюдателя Луна повернута к Земле одной и той же своей стороной. Следовательно, Земля висит почти в одном и том же месте на небе Луны для наблюдателя с поверхности Луны.

Третий вопрос - ночь длится половину лунных солнечных суток, пока Солнце находится под горизонтом - это $29.5 \cdot 24 / 2 = 354$ часа.

Четвертый вопрос - наблюдать звездное небо на Луне можно все время. Там нет атмосферы, а, следовательно, звезды видны и днем рядом с Солнцем. Поэтому наблюдения можно вести и днем, и ночью. Следовательно, это будет $29.5 \cdot 24 = 708$ часов за одни солнечные сутки на Луне.

Возможен вариант решения, где ученик продолжительность солнечных суток на Луне возьмет равным периоду обращения Луны вокруг Земли - 27.3 дня, это даст скорость движения терминатора в 0.55° за час. Что неверно, так как Луна движется вместе с Землей по орбите вокруг Солнца. В этом случае ответы изменятся, и станут следующими: восход - 55 минут, продолжительность ночи 328 часов, продолжительность времени наблюдений - 655 часов. Тогда, 1 пункт оценивается из 2 баллов, 2 так же из 1 балла (он не зависит от продолжительности солнечных суток на Луне), 3 из 1 балла и 4 из 1 балла. Итоговая максимальная оценка при правильных расчетах будет 5 баллов.

Автор задачи: Кузнецов М. В.

Изображение:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/40/Lunar_base_concept_drawing_s78_23252.jpg?uselang=ru



olympmo.ru



@olymp_mo



/olympmo



/olympmo



@olympmo

1. Астрономия
2. Задание №2 - Онлайн трансляция
3. Максимальное количество баллов за задание 8 баллов
4. Вариант №2

а. Условие

В недалеком будущем к 2035 году “Роскосмос” планирует строительство лунной базы и лунной обсерватории. Представим, что для удобства связи станцию разместили в центре видимого с Земли полушария Луны.

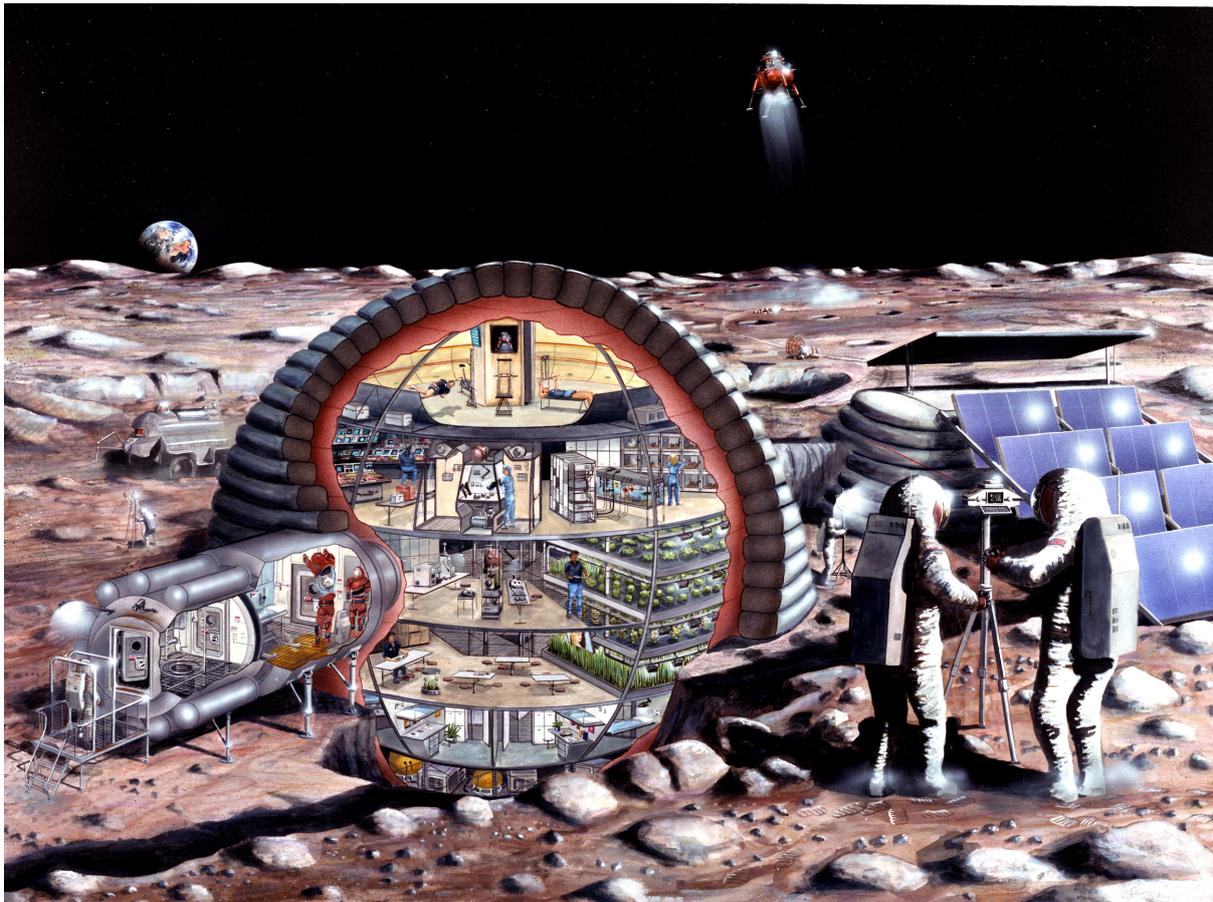


Рис.1 Проект Лунной базы, нарисованный художником
Космонавты ведут онлайн трансляцию захода Солнца. Известно:

- а. На небе Земли мы видим Солнце как диск, и его угловой размер составляет пол градуса.
- б. Продолжительность солнечных суток на Земле составляет 24 часа
- с. Орбиты Луны вокруг Земли и Земли вокруг Солнца - круговые

Определите:

б. Вопросы

1. Сколько времени в минутах будет продолжаться эта трансляция, если она начинается с касания нижнего края диска Солнца горизонта на небе Луны и



olympmo.ru



@olymp_mo



/olympmo



/olympmo



@olympmo

заканчивается в момент исчезновения верхнего края диска Солнца за горизонтом Луны? (краткий ввод)

2. Можно ли на этой лунной базе наблюдать восход Земли над горизонтом Луны? (выбор из вариантов да или нет)
3. Сколько часов будет продолжаться день на этой лунной базе? (краткий ввод)
4. Сколько часов за солнечные сутки на Луне будет возможно проводить астрономические наблюдения в обсерватории на этой лунной базе? (краткий ввод)

в. Ответы

5. 60 минут - 3 балла, 55 минут - 2 балла (точность 2 минуты)
6. нет - 1 балл,
7. 354 часа - 2 балла, 328 часов - 1 балл (точность 5 часов)
8. 708 часов - 2 балла, 655 часов - 1 балл (точность 5 часов)

г. Решение

Первое, что необходимо установить угловой размер Солнца на небе Луны - он так же, как и на Земле составит 0.5° поскольку расстояние от Луны до Земли много меньше чем от Земли до Солнца. Далее вспомним, что с Земли мы наблюдаем смену Лунных фаз с периодом 29.5 дней. Это и есть продолжительность солнечных суток на Луне. Мы напрямую с Земли видим, как перемещается граница дня и ночи (она называется - терминатор) на Луне. Следовательно, полный круг в 360° терминатор проходит за 29.5 дней или около 12° в земные солнечные сутки, или же 0.5° в час. Ровно на средний размер диска Солнца. Значит заход Солнца будет длиться 1 час или 60 минут. Такова будет продолжительность трансляции.

Второй вопрос задачи имеет однозначный ответ - нет. Дело в том, что для Земного наблюдателя Луна повернута к Земле одной и той же своей стороной. Следовательно, Земля висит почти в одном и том же месте на небе Луны для наблюдателя с поверхности Луны.

Третий вопрос - день длится половину лунных солнечных суток, пока Солнце находится над горизонтом - это $29.5 \cdot 24 / 2 = 354$ часа.

Четвертый вопрос - наблюдать звездное небо на Луне можно все время. Там нет атмосферы, а, следовательно, звезды видны и днем рядом с Солнцем. Поэтому наблюдения можно вести и днем, и ночью. Следовательно, это будет $29.5 \cdot 24 = 708$ часов за одни солнечные сутки на Луне.

Возможен вариант решения, где ученик продолжительность солнечных суток на Луне возьмет равным периоду обращения Луны вокруг Земли - 27.3 дня, это даст скорость движения терминатора в 0.55° за час. Что неверно, так как Луна движется вместе с Землей по орбите вокруг Солнца. В этом случае ответы изменятся, и станут следующими: заход - 55 минут, продолжительность дня 328 часов, продолжительность времени наблюдений - 655 часов Тогда, 1 пункт оценивается из 2 баллов, 2 так же из 1 балла (он не зависит от продолжительности солнечных суток на Луне), 3 из 1 балла и 4 из 1 балла. Итоговая максимальная оценка при правильных расчетах будет 5 баллов.

Автор задачи:

Кузнецов М. В.



olympmo.ru



@olymp_mo



/olympmo



/olympmo



@olympmo

Изображение

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e4/Inflatable_habitat_s89_20084.jpg?use!
ang=ru](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e4/Inflatable_habitat_s89_20084.jpg?use!ang=ru)



olympmo.ru



@olymp_mo



/olympmo



/olympmo



@olympmo

1. Астрономия
2. Задание №3 - Путь Солнца
3. Максимальное количество баллов за задание - 8 баллов

Вариант №1

а. Условие:



Рис.1 Пример карты звездного неба

Известно, что в течении года Солнце перемещается по звездному небу. Движение Солнца по небу происходит в направлении востока, и за год оно замыкает на небе полный круг, который называется эклиптика. В своем пути этот круг проходит через созвездия звездного неба. Отметьте какие из перечисленных созвездий посещает солнечный диск в своем пути по небу за год?

б. Укажите верные вариант или варианты ответа:

1. Овен
2. Кит
3. Близнецы
4. Лев
5. Козерог
6. Большая Медведица
7. Змееносец
8. Сириус

в. Ответ



olympmo.ru



@olymp_mo



/olympmo



/olympmo



@olympmo

Система оценивания - за каждый верный отмеченный или не отмеченный ответ - 1 балл, в сумме - 8 баллов. Ответы можно перемешивать. Схема верных ответов указано ниже.

Созвездие	Отметка
Овен	x
Кит	x
Близнецы	x
Лев	x
Козерог	x
Большая Медведица	
Змееносец	x
Сириус	

г. Решение

В своем пути по небу Солнце проходит последовательно: Рыбы, Овен, Телец, Близнецы, Рак, Лев, Дева, Весы, Скорпион, Змееносец (в круг зодиакальных знаков не входит, но Солнце проходит через это созвездие), Стрелец, Козерог, Водолей и потом снова Рыбы.

Если учесть, что Солнце - это не точка, а диск, то тогда добавляется еще одно Созвездие - Кит где Солнце оказывается частью своего диска 27 марта.

Большая Медведица - это приполярное созвездие, через которое не проходит годичный путь Солнца. Поэтому в ответе его отвечать не нужно.

Сириус - это ярчайшая звезда ночного неба.

Автор задачи: Кузнецов М. В.

Источники изображений:

<http://www.karty.ru/karta-zvezdnogo-neba.html>



olympmo.ru



@olymp_mo



/olympmo



/olympmo



@olympmo

1. Астрономия
2. Задание №3 - Путь Солнца
3. Максимальное количество баллов за задание - 8 баллов
4. Вариант №2
 - а. Условие:



Рис.1 Пример карты звездного неба

Известно, что в течении года Солнце перемещается по звездному небу. Движение Солнца по небу происходит в направлении востока, и за год оно замыкает на небе полный круг, который называется эклиптика. В своем пути этот круг проходит через созвездия звездного неба. Отметьте какие из перечисленных созвездий посещает солнечный диск в своем пути по небу за год?

б. Укажите верные вариант или варианты ответа:

1. Телец
2. Кит
3. Рак
4. Дева
5. Водолей
6. Дракон
7. Змееносец
8. Альтаир

в. Ответ.



olympmo.ru



@olymp_mo



/olympmo



/olympmo



@olympmo

Система оценивания - за каждый верный отмеченный или не отмеченный ответ - 1 балл, в сумме - 8 баллов. Ответы можно перемешивать. Схема верных ответов указано ниже.

Созвездие	Отметка
Телец	х
Кит	х
Рак	х
Дева	х
Водолей	х
Дракон	
Змееносец	х
Альтаир	

г. Решение

В своем пути по небу Солнце проходит последовательно: Рыбы, Овен, Телец, Близнецы, Рак, Лев, Дева, Весы, Скорпион, Змееносец (в круг зодиакальных знаков не входит, но Солнце проходит через это созвездие), Стрелец, Козерог, Водолей и потом снова Рыбы.

Если учесть, что Солнце - это не точка, а диск, то тогда добавляется еще одно Созвездие – Кит. Где Солнце оказывается частью своего диска 27 марта.

Дракон - это приполярное созвездие, через которое не проходит годичный путь Солнца. Поэтому в ответе его отвечать не нужно.

Альтаир - это ярчайшая звезда созвездия Орла.

Автор задачи: Кузнецов М. В.

Источники изображений:

<http://www.karty.ru/karta-zvezdnogo-neba.html>



olympmo.ru



@olymp_mo



/olympmo



/olympmo



@olympmo

1. Астрономия
2. Задание №4 - Солнечный зайчик
3. Максимальное количество баллов за задание - 8 баллов
4. Вариант №1
 - а. Условие:



Рис.1 Солнечный зайчик на стене дома.

Ученик школы Петров проводит астрономический эксперимент в день осеннего равноденствия в северном полушарии Земли - пускает зайчики плоским зеркалом своей одноклассницы Сидоровой на стену противоположного школе здания. Зайчик на стене здания оказывается точно на уровне окна школы, откуда Петров проводит свой “эксперимент”. Помогите Петрову ответить на следующие после условия вопросы, если известно два факта:

- 1) Измерения Петрова, проведенные при помощи транспортира, показали угол наклона плоскости зеркала к горизонту $\alpha=65^\circ$,
- 2) Время проведения эксперимента точно соответствует моменту верхней кульминации центра Солнечного диска (истинному местному полдню)

б. Вопросы



olympmo.ru



@olymp_mo



/olympmo



/olympmo



@olympmo

- 1) Каково склонение Солнца в градусах на момент эксперимента, укажите ответ с точностью до десятых долей градуса (краткий численный ответ)
- 2) В какой месяц проходил данный эксперимент? (Выбор из нескольких вариантов - месяцы список)
- 3) Какова высота Солнца над горизонтом в момент проведения эксперимента, укажите ответ с точностью до десятых долей градуса (краткий численный ответ)
- 4) Какова широта школы, где ребята проводили эксперимент, укажите ответ с точностью до десятых долей градуса (краткий численный ответ)

в. Ответы

- 1) 0.0 - 2 балла (точность ± 0.1)
- 2) сентябрь - 2 балла
- 3) 50.0 - 2 балла (точность ± 0.1)
- 4) 40.0 - 2 балла (точность ± 0.1)

г. Решение:

Для начала необходимо определить дату и склонение Солнца.

Ответ на первый вопрос - склонение Солнца в момент равноденствия равно 0° .

Осеннее равноденствие происходит 22 сентября. Следовательно, ответ на второй вопрос - сентябрь.

Высоту Солнца можно определить исходя из угла наклона зеркала и закона отражения, по которому угол падения на зеркало равен углу отражения от него. Также важным фактом является то, что отраженный луч идет параллельным горизонту, что следует из условия задачи. Следовательно, если записать равенство, что угол при горизонтальной прямой будет равен:

$$\alpha + 90^\circ + \frac{h}{2} = 180^\circ \text{ откуда высота Солнца составит}$$

$$h = 2 \cdot (90^\circ - \alpha) = 2 \cdot (90^\circ - 65^\circ) = 50^\circ$$

Для нахождения широты потребуется формула высоты над горизонтом в верхней кульминации: $h = 90^\circ - \varphi + \delta$ Откуда выражается широта точки эксперимента: $\varphi = 90^\circ - h + \delta = 90^\circ - 50^\circ + 0^\circ = 40^\circ \text{с.ш.}$

Автор задачи: Игнатъев В.Б.

Изображение

<https://yandex.ru/collections/card/5a9e2c4fcff35f0a1767e55a/>



olympmo.ru



@olymp_mo



/olympmo



/olympmo



@olympmo

5. Астрономия
6. Задание №4 - Солнечный зайчик
7. Максимальное количество баллов за задание - 8 баллов
8. Вариант №2
 - а. Условие:



Рис.1 Солнечный зайчик на стене дома.

Ученик школы Петров проводит астрономический эксперимент в день зимнего солнцестояния в северном полушарии Земли - пускает зайчики плоским зеркалом своей одноклассницы Сидоровой на стену противоположного школе здания. Зайчик на стене здания оказывается точно на уровне окна школы, откуда Петров проводит свой "эксперимент". Помогите Петрову ответить на следующие после условия вопросы, если известно два факта:

- 1) Измерения Петрова, проведенные при помощи транспортира, показали угол наклона плоскости зеркала к горизонту $\alpha=80^\circ$,
- 2) Время проведения эксперимента точно соответствует моменту верхней кульминации центра Солнечного диска (истинному местному полдню)

б. Вопросы



olympmo.ru



[@olymp_mo](https://www.instagram.com/olymp_mo)



[/olympmo](https://www.facebook.com/olympmo)



[/olympmo](https://vk.com/olympmo)



[@olympmo](https://www.telegram.com/@olympmo)

- 1) Каково склонение Солнца на момент эксперимента, укажите ответ с точностью до десятых долей градуса (краткий численный ответ)
- 2) В какой месяц проходил данный эксперимент? (Выбор из нескольких вариантов - месяцы список)
- 3) Какова высота Солнца над горизонтом в момент проведения эксперимента, укажите ответ с точностью до десятых долей градуса (краткий численный ответ)
- 4) Какова широта школы, где ребята проводили эксперимент, укажите ответ с точностью до десятых долей градуса (краткий численный ответ)

в. Ответы

- 1) -23.5° - 2 балла (точность ± 0.1)
- 2) декабрь - 2 балла
- 3) 20.0° - 2 балла (точность ± 0.1)
- 4) 46.5° - 2 балла (точность ± 0.1)

г. Решение:

Для начала необходимо определить дату и склонение Солнца.

Ответ на первый вопрос - склонение Солнца в момент зимнего солнцестояния равно -23.5° .

Зимнее солнцестояние происходит около 22 декабря. Следовательно, ответ на второй вопрос - декабрь.

Высоту Солнца можно определить исходя из угла наклона зеркала и закона отражения, по которому угол падения на зеркало равен углу отражения от него. Также важным фактом является то, что отраженный луч идет путем параллельным горизонту, что следует из условия задачи. Следовательно, если записать равенство, что угол при горизонтальной прямой будет равен:

$$\alpha + 90^\circ + \frac{h}{2} = 180^\circ \text{ откуда высота Солнца составит}$$

$$h = 2 \cdot (90^\circ - \alpha) = 2 \cdot (90^\circ - 80^\circ) = 20^\circ$$

Для нахождения широты потребуется формула высоты над горизонтом в верхней кульминации:

$$h = 90^\circ - \varphi + \delta$$

Откуда выражается широта точки эксперимента: $\varphi = 90^\circ - h + \delta = 90^\circ - 20^\circ - 23.5^\circ = 46.5^\circ \text{с.ш.}$

Автор задачи: Игнатъев В.Б.

Изображение

<https://yandex.ru/collections/card/5a9e2c4fcff35f0a1767e55a/>



olympmo.ru



@olymp_mo



/olympmo



/olympmo



@olympmo