

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии
2021-2022 учебный год
8 класс
Максимальный балл – 48 баллов**

Задача №1. «Наблюдение звездного неба». (Максимальный балл – 8 баллов)

Юный астроном на Земле наблюдает Луну в созвездии Рака. В это же время астронавт, находящийся на Луне, смотрит на Землю. Звезды какого созвездия окружают Землю для астронавта? Ответ обоснуйте.

Автор: Фокин Андрей Владимирович

Возможное решение:

Юный астроном на Земле и астронавт на Луне смотрят в противоположные стороны. Следовательно, астронавт видит Землю в созвездии, противолежащем на небе Рака. Это созвездие Козерога.

Схема оценивания:

№	Этап решения	Балл
1	Астронавт смотрит в противоположную сторону	2
2	Земля в созвездии, противолежащем созвездию Рака	3
3	Правильно указано созвездие Козерога	3
	Итого:	8

Задача №2. «Звезда Барнарда». (Максимальный балл – 8 баллов)

Персонажи одного из рассказов Сергея Лукьяненко путешествуют к звезде Барнарда с помощью фантастической технологии - маятникового звездолета.

“В точке старта маятниковый звездолет появляется раз в полгода. Воздух над бетонным полем начинает дрожать будто от жара, мутнеет, возникают решетчатые опоры, цилиндрические жилые отсеки и служебные помещения. Он не слишком походит на звездолет из фантастического фильма, скорее – на космическую станцию.

... Звездолет находится в точке старта тридцать семь с половиной минут. Как правило, персоналу хватает менее получаса. За пять минут до отправления люки задраивают, техники удаляются на безопасное расстояние.

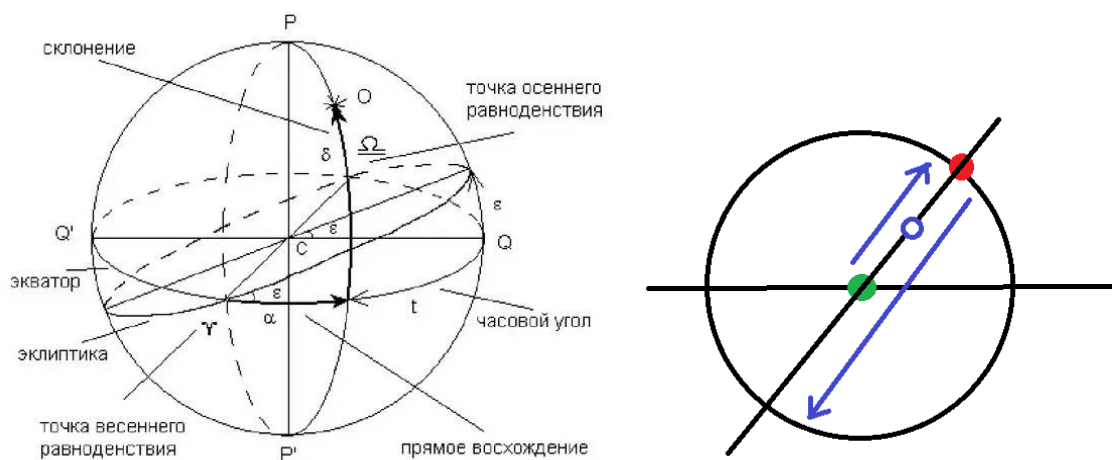
... Еще через пять минут звездолет становится прозрачным и исчезает. У звезды Барнарда он появится почти через три месяца полета, на те же самые тридцать семь с половиной минут. И все повторится. Маятниковые звездолеты никого и никогда не ждут, их путь определен не расписанием, а законами физики.

Какие экваториальные координаты Солнца фиксируют астрономы, находящиеся у звезды Барнарда? Ответ обосновать. Чем примечательна каждая из звезд, упомянутых в рассказе, в реальности? Прямое восхождение звезды Барнарда $17^{\text{ч}}57^{\text{м}}$, склонение $+04^{\circ}41'$.

Автор: Ловчиков Дмитрий Владимирович

Возможное решение:

Для нахождения экваториальных координат Солнца мы смотрим на проекцию Солнца на небесную сферу в зеркально симметричной точке. Эта точка лежит на прямой “звезда Барнарда”-“Солнце”. Для прямого восхождения мы должны сдвинуться на 12 часов. Для склонения достаточно взять координату с противоположным знаком. Прямое восхождение = $6^{\text{ч}}57^{\text{м}}$. Склонение $-04^{\circ}41'$.



Звезда Барнарда — одиночная звезда в созвездии Змееносца. Находится на расстоянии $1,828$ пк ($5,96$ светового года) от Солнца, то есть это одна из ближайших звезд к Солнечной системе (ближе только три звезды, составляющие систему Альфа Центавра). Звезду Барнарда часто называют «летающей» или «беглянкой», поскольку она обладает самой большой (кроме Солнца, проходящего большой круг на небесной сфере за год) скоростью углового перемещения по небесной сфере среди известных звезд ($10,358$ угловой секунды в год). За 174 года звезда смещается по небесной сфере на $0,5^{\circ}$ (видимые угловые размеры Солнца и Луны)

Солнце — одна из звёзд нашей Галактики (Млечный Путь) и единственная звезда Солнечной системы. Единственная известная звезда, у которой есть планетарная система с органической жизнью.

Схема оценивания:

№	Этап решения	Балл
1	Объяснение принципа нахождения координат Солнца	2
2	Нахождение прямого восхождения и склонения Солнца при наблюдении со звезды Барнарда	1+1
3	Факты о звезде Барнарда	2
4	Факты о Солнце	2
	Итого:	8

Задача №3. «Сто лет тому вперед...». (Максимальный балл – 8 баллов)

На какой день недели выпадет 21 сентября 2121 года, если в 2021 году это был вторник?

Автор: Ловчиков Дмитрий Владимирович

Возможное решение:

1. Прошло 100 лет (1 балл)
2. Количество дней $365 * 100 = 36500$ дней
3. Каждые 4 года наступает високосный год +25 високосных дней добавочных.
4. 2100 год не является високосным по определению -1 день из високосных.
5. $365 * 100 + 25 - 1 = 36524$
6. Найдем остаток деления на семь, чтобы узнать сколько неполных дней останется от последней недели $36524 \bmod 7 = 5$.
7. Добавим ко вторнику 5 дней = Воскресенье.

Схема оценивания:

№	Этап решения	Балл
1	Количество лет	1
2	Определение количества дней без учета високосных (в году 365 дней)	1
3	Учет високосных лет	2
4	Учет того, что 2100 год не високосный	2
5	Определение остатка от деления числа дней в столетии на число дней в неделе	1
6	Определение дня недели	1
	Итого:	8

Задача №4. «Условия видимости планет». (Максимальный балл – 8 баллов)

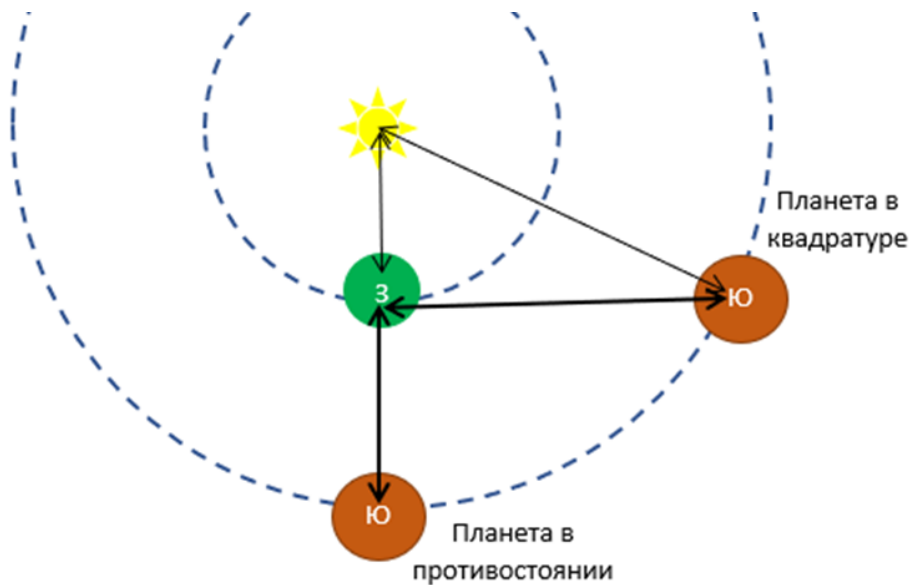
Юпитер – одна из внешних, по отношению к земной орбите, планет Солнечной системы. Юпитер, двигаясь вокруг Солнца, занимает характерные взаимные положения относительно Земли и Солнца. Например, наблюдать Юпитера с Земли можно в квадратуре (когда угол «Юпитер-Земля-Солнце» прямой) и в противостоянии (когда Земля находится между Солнцем и Юпитер на одной прямой с ними). Докажите, что видимая яркость Юпитера в квадратуре будет меньше, чем в противостоянии.

Автор: Фокин Андрей Владимирович

Возможное решение:

Юпитер светит отраженным солнечным светом. Так как орбита планеты практически круговая, то расстояние от Солнца до планеты практически неизменно. Можно считать, что количество солнечного света, попадающего на планету, почти всегда одно и то же и, следовательно, Юпитер отражает всегда одно и то же количество света. Однако из-за того, что Юпитер движется относительно Солнца, изменяется расстояние между Землей и Юпитером.

Если светящийся объект сам не меняет свою яркость, то изменение его яркости для наблюдателя связано только с изменением расстояния до него. Чем дальше от наблюдателя находится объект, тем он слабее. Докажем, что расстояние от Юпитера до Земли в квадратуре всегда больше, чем в противостоянии, то тем самым будет доказано, что в противостоянии Юпитер ярче, чем в квадратуре.



Орбиты круговые, поэтому расстояние от Солнца до Юпитера в квадратуре и в противостоянии одинаково.

Расстояние: (Солнце – Земля) + (Земля – Юпитер (квадр.)) > (Солнце – Юпитер (квадр)).

Расстояние: (Солнце – Земля) = (Солнце – Юпитер (против)) – (Земля – Юпитер (против)).

Подставив второе в первое, получим

$$(Земля – Юпитер (против)) < (Земля – Юпитер (квадр))$$

Значит яркость Юпитера в квадратуре будет меньше яркости Юпитера в противостоянии.

Схема оценивания:

№	Этап решения	Балл
1	Предположение о неизменности количества отраженного от Юпитера света	2
2	Связь яркости Юпитера с расстоянием до него	2
3	Доказательство, что расстояние в квадратуре больше расстояния в противостоянии	3
4	Ответ на вопрос задачи	1
	Итого:	8

Задача №5 «Луна». (Максимальный балл – 8 баллов)

Наблюдатель видит полную Луну в созвездии Дева. В каком месяце это происходит?

Автор: Фокин Андрей Владимирович

Возможное решение:

Наблюдатель видит Луну в момент полнолуния в созвездии Девы, вблизи точки осеннего равноденствия. Поскольку всё это происходит в полнолуние, то Солнце диаметрально противоположно Луне и находится вблизи точки весеннего равноденствия в созвездии Рыб. Следовательно, момент, описанный в задаче, происходит в марте.

Схема оценивания:

№	Этап решения	Балл
1	В созвездии Девы находится точка осеннего равноденствия	2
2	Солнце в созвездии Рыб	2
3	В созвездии рыб находится точка весеннего равноденствия	2
4	Определение месяца наблюдения	2
	Итого:	8

Задача №6 «Хвостатые гости». (Максимальный балл – 8 баллов)

В этой задаче Вам нужно ответить на несвязанных между собой вопросов.

А) На фотографии (рис. 1) изображена одна из известных комет XX века. Как называется эта комета? Как Вы можете заметить, у кометы наблюдается 2 хвоста. Благодаря чему такое возможно? Из чего состоит каждый из этих хвостов? (Максимальный балл – 4 балла)



(Рис. 1)

Б) А это изображение кометы Макнота (рис. 2), которая была видна в 2007 году и стала самой яркой за последние 40 лет. Чем можно объяснить такую необычную форму хвоста? (Максимальный балл – 4 балла)



Рис. 2

Автор: Ловчиков Дмитрий Владимирович

Возможное решение:

А) На рис. 1 запечатлена комета Хейла – Боппа. При приближении кометы к Солнцу с поверхности её ядра начинают сублимироваться летучие вещества с малой температурой кипения, такие как вода, моноксид и диоксид углерода, метан, азот и, возможно, другие

замёрзшие газы. Этот процесс приводит к образованию комы, которая может в поперечнике достигать 100 000 км. Испарение этого грязного льда высвобождает пылевые частицы, которые относятся газом от ядра. Действие солнечного излучения на кому приводит к образованию хвоста кометы. Но и здесь пыль и газ ведут себя по-разному. Ультрафиолетовое излучение солнца ионизирует часть молекул газов, и давление солнечного ветра, представляющего собой поток испускаемых Солнцем заряженных частиц, толкает ионы, вытягивая кому в длинный хвост, который может иметь протяжённость более чем 100 миллионов километров. Изменения в потоке солнечного ветра могут приводить к наблюдаемым быстрым изменениям вида хвоста и даже полному или частичному обрыву. Ионы разгоняются солнечным ветром до скоростей в десятки и сотни километров в секунду, много больших, чем скорость орбитального движения кометы. Поэтому их движение направлено почти точно в направлении от Солнца. На кометную пыль солнечный ветер почти не действует, её выталкивает из комы давление солнечного света. Пыль разгоняется светом гораздо слабее чем ионы солнечным ветром, поэтому её движение определяется начальной орбитальной скоростью движения и ускорением под действием давления света. Пыль отстаёт от ионного хвоста и формирует изогнутые в направлении орбиты.

Б) Хвосты кометы формируются равномерным потоком пыли с поверхности или являются результатом кратковременного выброса большого облака пыли. Фактически, мы видим траекторию, по которой комета обогнула Солнце. Это связано с периодическими выбросами огромного количества пыли кометой при ее приближении к Солнцу. Для восстановления траектории нужно провести линию по нижним точкам хвоста. Все что находится выше-свечение вещества, сдуваемого солнечным ветром.

Схема оценивания:

№	Этап решения	Балл
1А	Правильно указана комета	1
2А	Объяснено формирование газового и пылевого хвостов кометы	3
3Б	Объяснено формирование структуры хвоста	2
4Б	Объяснена форма хвоста	2
	Итого:	8