

# Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

## школьный этап

2019-2020 учебный год

## Решения и критерии

### 5-6 классы

#### *Задание №1*

Даны следующие астрономические объекты: звезда, планета, туманность, звездное скопление, галактика, астероид. Расположите объекты в порядке увеличения линейных размеров (массы).

#### **Решение.**

Правильное расположение по размерам:

- 1) астероид,
- 2) планета,
- 3) звезда,
- 4) звездное скопление,
- 5) туманность, (Туманности в астрономии бывают, планетарные – конечные стадии эволюции звезд, эмиссионные – подсвеченные массивными и яркими звездами, и в составе молекулярных облаков. Поэтому туманность можно поставить и перед звездой, и между звездой и звездным скоплением, и после звездного скопления.)
- 6) галактика

#### **Разбалловка: (8 баллов)**

Правильный порядок 6 баллов.

Правильный порядок объектов, но в обратном порядке от большего к меньшему – 4 балла из 6.

Каждая ошибка минус один балл из 6.

Наличие правильных пояснений и описаний объектов 1 балл

Наличие рисунка или схемы используемой в решении – 1 балл

Перестановка туманности по порядку в пункты 3 или 4 на оценку не влияет и засчитывается как правильный ответ!

Итого за задачу в сумме – 8 баллов

#### *Задание №2*

По какой причине на Земле происходит смена дня и ночи, чему равен промежуток времени, содержащий в себе день и ночь, и как он называется? Чему этот промежуток равен на Луне?

**Решение.** Причина смены дня и ночи состоит в том, что Земля вращается вокруг своей оси. День и ночь связаны с Солнцем, значит это промежуток времени связан с повторением положения Солнца и равен 24 часам. И называется солнечными сутками.

На Луне также есть солнечные сутки. Мы видим, как день и ночь путешествуют по Луне, у нас это промежуток называется Лунным Месяцем и равен 29,5 дням, потому что Луна вращается вокруг Земли и одновременно с Землей вокруг Солнца.

#### **Разбалловка: (8 баллов)**

Правильное понимание причины – осевое вращение – 2 балла

Правильное указание периода вращения относительно Солнца 24 часа – 2 балла

Правильное объяснение смены дня и ночи на Луне с учетом вращения Луны вокруг Земли – 1 балл

И если написано, что так же Луна одновременно вращается и вокруг Солнца вместе с Землей еще 1 балл

Правильное указание периода смены дня и ночи на Луне – лунный месяц (синодический период Луны) и его значение – 29,5 дней – 1 балл

Наличие рисунка или схемы используемой в решении и подробного описания – 1 балл

Итого за задачу в сумме – 8 баллов

### **Задание №3**

Свет от ближайшей к Солнечной системе Альфа Центавра, кратной звездной системы, в состав которой входят две звезды похожие на Солнце, достигает Земли за 4,5 года. Считайте, что размер Солнечной системы составляет треть этого расстояния. Диаметр нашей Галактики 100000 световых лет. Сколько поперечников Солнечной системы укладывается по диаметру нашей Галактики.

**Решение.** Так как звезды системы Альфы Центавра похожи на Солнце, то и размер планетной системы похож на Солнечный – поперечник облака Оорта 100000 а.е. около 1,5 световых лет – треть расстояния до соседней звездной системы.

Следовательно, по диаметру Млечного пути Солнечную систему можно уложить –  $100000/1,5=66000$  раз

### **Разбалловка: (8 баллов)**

Оценка размера Солнечной системы. (из 4 баллов)

Вывод, расчет или указание того, что размер солнечной системы составляет 100000 а.е., т.е. около 1-1,5 светового года – 4 балла

Если сделан вывод о том, что солнечная система граничит с системой Альфа Центавра и так как системы похожи, а значит мы должны разделить  $4,5/2 = 2,25$  св.года размер одной системы и эта цифра используется в дальнейшем – 2 балла

Расчет (из 2 баллов)

Составление правильной формулы – диаметр Млечного пути, деленный на поперечник солнечной системы – 1 балл

Правильный расчет исходя из размеров солнечной системы – 1 балл.

Вид решения и запись ответа (из 2 баллов)

Выделение или запись итогового ответа – 1 балл.

Оформление задачи, наличие пояснительного рисунка – 1 балл

Итого за задачу в сумме – 8 баллов

# Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

## школьный этап

2019-2020 учебный год

### Решения и критерии

#### 7 класс

##### *Задание №1*

Даны следующие астрономические объекты: звезда, планета, туманность, звездное скопление, галактика, астероид. Расположите объекты в порядке увеличения линейных размеров (массы).

##### **Решение.**

Правильное расположение по размерам (массе):

- 1) астероид,
- 2) планета,
- 3) звезда,
- 4) звездное скопление,
- 5) туманность, (Туманности в астрономии бывают, планетарные – конечные стадии эволюции звезд, эмиссионные – подсвеченные массивными и яркими звездами, и в составе молекулярных облаков. Поэтому туманность можно поставить и перед звездой, и между звездой и звездным скоплением, и после звездного скопления.)
- 6) галактика

##### **Разбалловка: (8 баллов)**

Правильный порядок 6 баллов.

Правильный порядок объектов, но в обратном порядке от большего к меньшему – 4 балла из 6.

Каждая ошибка минус один балл из 6.

Наличие правильных пояснений и описаний объектов 1 балл

Наличие рисунка или схемы используемой в решении – 1 балл

Перестановка туманности по порядку в пункты 3 или 4 на оценку не влияет и засчитывается как правильный ответ!

Итого за задачу в сумме – 8 баллов

##### *Задание №2*

По какой причине на Земле происходит смена дня и ночи, чему равен промежуток времени, содержащий в себе день и ночь и как он называется? Чему этот промежуток равен на Луне?

**Решение.** Причина смены дня и ночи состоит в том, что Земля вращается вокруг своей оси. День и ночь связаны с Солнцем, значит это промежуток времени связан с повторением положения Солнца и равен 24 часам. И называется солнечными сутками.

На Луне также есть солнечные сутки. Мы видим, как день и ночь путешествуют по Луне, у нас это промежуток называется Лунным Месяцем и равен 29,5 дням, потому что Луна вращается вокруг Земли и одновременно с Землей вокруг Солнца.

##### **Разбалловка: (8 баллов)**

Правильное понимание причины – осевое вращение – 2 балла

Правильное указание периода вращения относительно Солнца 24 часа – 2 балла

Правильное объяснение смены дня и ночи на Луне с учетом вращения Луны вокруг Земли – 1 балл

И если написано, что так же Луна одновременно вращается и вокруг Солнца вместе с Землей еще 1 балл

Правильное указание периода смены дня и ночи на Луне – лунный месяц (синодический период Луны) и его значение – 29,5 дней – 1 балл

Наличие рисунка или схемы используемой в решении и подробного описания – 1 балл

Итого за задачу в сумме – 8 баллов

### **Задание №3**

Расстояние до ближайшей к Солнечной системе звезды Альфа Центавра составляет 4,4 световых года. Это кратная звездная система, в состав которой входят две звезды, похожие на Солнце - Альфа Центавра А и Альфа Центавра В, а также красный карлик Проксима – Альфа Центавра С, расположенный на земном небе на удалении в  $2^{\circ}11'$  от звезд А и В, а в пространстве – на том же расстоянии от Солнца, что и главные звезды системы. На Проксиме случаются сильные вспышки. Сколько времени требуется свету, чтобы дойти до звезд Альфа Центавра А и В от Проксимы?

**Решение.** Для решения задачи предположим, что звезды А, В и С лежат в картинной плоскости. Тогда для решения задачи воспользуемся формулой углового размера:

$$\alpha = \frac{D}{R}$$

Где  $\alpha$  – это угол в радианах,  $D$  – расстояние между звездой С и парой А и В, в одних и тех же единицах. Из этой формулы следует, что  $D = \alpha R$  и для решения необходимо перевести угол, разделяющий звезды А и В и звезду С в радианы.  $\alpha = 2^{\circ}11' \cdot \frac{\pi}{180} = 0,038$  Следовательно, свет дойдет до звезд А и В за  $0,012 \cdot 4,4 \approx 0,167$  года или  $0,053 \cdot 365,25 \approx 61,2$  дней (почти 2 месяца)

### **Разбалловка: (8 баллов)**

Построение модели задачи с явным или не явным использованием факта, что звезды находятся в картинной плоскости – 1 балл

Запись формулы углового размера и вывод из нее формулы для линейного размера при известном угловом размере – 2 балла

Перевод угла, заданного в условии из градусной меры в радианы: явный как расчет или не явный коэффициент перевода в общей формуле - 2 балла

Правильный расчет времени 0,167 года – 1 балл

Правильный расчет и перевод времени в дни с использованием дробной продолжительности земного года – 1 балл.

Оформление задачи, запись итогового ответа, наличие пояснительного рисунка – 1 балл

Итого за задачу в сумме – 8 баллов

# Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

## школьный этап

2019-2020 учебный год

## Решения и критерии

### 8 класс

#### Задание №1

Даны следующие астрономические объекты: звезда, планета, туманность, звездное скопление, галактика, астероид. Расположите объекты в порядке увеличения линейных размеров (массы). Расположите объекты в порядке уменьшения расстояния до них от Земли.

#### Решение.

Правильное расположение по размерам (массе):

- 1) астероид,
- 2) планета,
- 3) звезда,
- 4) звездное скопление,
- 5) туманность, (Туманности в астрономии бывают, планетарные – конечные стадии эволюции звезд, эмиссионные – подсвеченные массивными и яркими звездами, и в составе молекулярных облаков. Поэтому туманность можно поставить и перед звездой, и между звездой и звездным скоплением, и после звездного скопления.)
- б) галактика

Правильное расположение по удаленности:

- 1) галактика,
- 2) туманность,
- 3) звездное скопление
- 4) звезда
- 5) планета
- б) астероид

#### Разбалловка: (8 баллов)

Правильный порядок по размеру 3 балла.

Правильный порядок объектов, но в обратном порядке от большего к меньшему (ошибка допущенная по невнимательности)– 2 балла из 3.

Каждая ошибка минус один балл из 3, если ошибок больше 3, то за этот пункт выставляется 0 баллов.

Перестановка туманности по порядку в пункты 3 или 4 на оценку не влияет и засчитывается как правильный ответ!

Правильный порядок по расстоянию 3 балла.

Правильный порядок объектов, но в обратном порядке от большего к меньшему (ошибка допущенная по невнимательности)– 2 балла из 3.

Каждая ошибка минус один балл из 3, если ошибок больше 3, то за этот пункт выставляется 0 баллов.

Наличие правильных пояснений и описаний объектов 1 балл

Наличие рисунка или схемы используемой в решении– 1 балл

Итого за задачу в сумме – 8 баллов

## Задание №2

По какой причине на Земле происходит смена дня и ночи, чему равен промежуток времени, содержащий в себе день и ночь и как он называется? Чему этот промежуток равен на Луне? Сколько в лунном году лунных дней?

**Решение.** Причина смены дня и ночи состоит в том, что Земля вращается вокруг своей оси. День и ночь связаны с Солнцем, значит это промежуток времени связан с повторением положения Солнца и равен 24 часам. И называется солнечными сутками.

На Луне также есть солнечные сутки. Мы видим, как день и ночь путешествуют по Луне, у нас это промежуток называется Лунным Месяцем и равен 29,5 дням, потому что Луна вращается вокруг Земли и одновременно с Землей вокруг Солнца.

Лунный год равен земному году, так как Луна вместе с Землей вращается вокруг Солнца. Следовательно, в Лунном году будет:  $\frac{365,25}{29,5} \approx 12,4$  лунных дня

### Разбалловка: (8 баллов)

Правильное понимание причины – осевое вращение – 1 балл

Правильное указание периода вращения относительно Солнца –солнечные сутки 24 часа– 1 балл

Правильное объяснение смены дня и ночи на Луне с учетом вращения Луны вокруг Земли – 1 балл

И если написано, что так же Луна одновременно вращается и вокруг Солнца вместе с Землей еще 1 балл

Правильное указание периода смены дня и ночи на Луне – лунный месяц (синодический период Луны) и его значение – 29,5 дней – 1 балл

Явный или не явный вывод о том, что лунный год равен земному году – 1 балл

Расчет количества лунных дней в лунном году с использованием не целой продолжительности земного года – 1 балл

Наличие рисунка или схемы используемой в решении и подробного описания– 1 балл

Итого за задачу в сумме – 8 баллов

## Задание №3

Расстояние до ближайшей к Солнечной системе звезды Альфа Центавра составляет 1.3 пк. Это кратная звездная система, в состав которой входят две звезды, похожие на Солнце - Альфа Центавра А и Альфа Центавра В, а также красный карлик Проксима – Альфа Центавра С, расположенный на земном небе на удалении в  $2^{\circ}11'$  от звезд А и В, а в пространстве – на том же расстоянии от Солнца, что и главные звезды системы. На Проксиме случаются сильные вспышки. Сколько времени требуется свету, чтобы дойти до звезд Альфа Центавра А и В от Проксимы?

**Решение.** Для решения задачи предположим, что звезды А, В и С лежат в картинной плоскости. Тогда для решения задачи воспользуемся формулой углового размера:

$$\alpha = \frac{D}{R}$$

Где  $\alpha$  – это угол в радианах,  $D$  – расстояние между звездой С и парой А и В, в одних и тех же единицах. Из этой формулы следует, что  $D = \alpha R$  и для решения необходимо перевести угол, разделяющий звезды А и В и звезду С в радианы.  $\alpha = 2^{\circ}11' \cdot \frac{\pi}{180} = 0,038$

Далее для расчетов необходимо перевести расстояние из парсек в световые годы:  $1,3 \cdot 3,26 \approx 4,24$  св.года. Следовательно, свет дойдет до звезд А и В за  $0,038 \cdot 4,24 \approx 0,161$  года или  $0,685 \cdot 365,25 \approx 58,9$  дней (почти 2 месяца)

**Разбалловка: (8 баллов)**

Построение модели задачи с явным или не явным использованием факта, что звезды находятся в картинной плоскости – 1 балл

Запись формулы углового размера и вывод из нее формулы для линейного размера при известном угловом размере – 1 балл

Правильный перевод расстояния из парсек в световые годы с использованием коэффициента перевода  $1 \text{ пк} = 3,26 \text{ светового года}$  – 1 балл

Перевод угла заданного в условии из градусной меры в радианы: явный как расчет или не явный коэффициент перевода в общей формуле - 2 балла

Правильный расчет времени 0,161 года – 1 балл

Правильный расчет и перевод времени в дни с использованием дробной продолжительности земного года – 1 балл.

Оформление задачи, запись итогового ответа, наличие пояснительного рисунка – 1 балл

Итого за задачу в сумме – 8 баллов

**Задание №4**

Определите географические координаты точки на Земле, где живут «антиподы». Если вы находитесь в точке  $40^\circ$  с. ш и  $40^\circ$  в. д.

**Решение.** Определим понятие «Антиподы» - это существа, живущие на противоположной стороне планеты. Значит по географическим координатам это будет  $180^\circ$  по широте и по долготе. По широте это даст  $40^\circ$  южной широты, а  $180^\circ$  по долготе, противоположной полушарие – западной, но с учетом того, что долгота в нем отсчитывается в другую сторону, будет  $140^\circ$  западной долготы.

Ответ:  $40^\circ$  ю.ш. и  $140^\circ$  з.д.

**Разбалловка: (8 баллов)**

Явное или не явное обозначение понятия антиподы – 2 балла

Правильный расчет широты  $40^\circ$  ю.ш. – 2 балла

Правильное определение долготы  $140^\circ$  з.д. – 2 балла

Правильный подсчет и запись ответа – 1 балл.

Четкое оформление и наличие правильных рисунков и схем, поясняющих решение – 1 балл

Итого за задачу в сумме – 8 баллов

# Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

## школьный этап

2019-2020 учебный год

### Решения и критерии

#### 9 класс

##### *Задание №1*

Даны следующие астрономические объекты: звезда, планета, туманность, звездное скопление, галактика, астероид. Расположите объекты в порядке увеличения линейных размеров (массы). Расположите объекты в порядке уменьшения расстояния до них от Земли.

##### **Решение.**

Правильное расположение по размерам (массе):

- 1) астероид,
- 2) планета,
- 3) звезда,
- 4) звездное скопление,
- 5) туманность, (Туманности в астрономии бывают, планетарные – конечные стадии эволюции звезд, эмиссионные – подсвеченные массивными и яркими звездами, и в составе молекулярных облаков. Поэтому туманность можно поставить и перед звездой, и между звездой и звездным скоплением, и после звездного скопления.)
- б) галактика

Правильное расположение по удаленности:

- 1) галактика,
- 2) туманность,
- 3) звездное скопление
- 4) звезда
- 5) планета
- б) астероид

##### **Разбалловка: (8 баллов)**

Правильный порядок по размеру 3 балла.

Правильный порядок объектов, но в обратном порядке от большего к меньшему (ошибка, допущенная по невнимательности) – 2 балла из 3.

Каждая ошибка минус один балл из 3, если ошибок больше 3, то за этот пункт выставляется 0 баллов.

Перестановка туманности по порядку в пункты 3 или 4 на оценку не влияет и засчитывается как правильный ответ!

Правильный порядок по расстоянию 3 балла.

Правильный порядок объектов, но в обратном порядке от большего к меньшему (ошибка, допущенная по невнимательности) – 2 балла из 3.

Каждая ошибка минус один балл из 3, если ошибок больше 3, то за этот пункт выставляется 0 баллов.

Наличие правильных пояснений и описаний объектов 1 балл

Наличие рисунка или схемы используемой в решении – 1 балл

Итого за задачу в сумме – 8 баллов

##### *Задание №2*



По какой причине на Земле происходит смена дня и ночи, чему равен промежуток времени, содержащий в себе день и ночь, и как он называется? Чему этот промежуток равен на Луне? Сколько в лунном году лунных дней?

**Решение.** Причина смены дня и ночи состоит в том, что Земля вращается вокруг своей оси. День и ночь связаны с Солнцем, значит это промежуток времени связан с повторением положения Солнца и равен 24 часам. И называется солнечными сутками.

На Луне также есть солнечные сутки. Мы видим, как день и ночь путешествуют по Луне, у нас это промежуток называется Лунным Месяцем и равен 29,5 дням, потому что Луна вращается вокруг Земли и одновременно с Землей вокруг Солнца.

Лунный год равен земному году, так как Луна вместе с Землей вращается вокруг Солнца. Следовательно, в Лунном году будет:  $\frac{365,25}{29,5} \approx 12,4$  лунных дня

### **Разбалловка: (8 баллов)**

Правильное понимание причины – осевое вращение – 1 балл

Правильное указание периода вращения относительно Солнца –солнечные сутки 24 часа– 1 балл

Правильное объяснение смены дня и ночи на Луне с учетом вращения Луны вокруг Земли – 1 балл

И если написано, что так же Луна одновременно вращается и вокруг Солнца вместе с Землей еще 1 балл

Правильное указание периода смены дня и ночи на Луне – лунный месяц (синодический период Луны) и его значение – 29,5 дней – 1 балл

Явный или не явный вывод о том, что лунный год равен земному году – 1 балл

Расчет количества лунных дней в лунном году с использованием не целой продолжительности земного года – 1 балл

Наличие рисунка или схемы используемой в решении и подробного описания– 1 балл

Итого за задачу в сумме – 8 баллов

### **Задание №3**

Расстояние до ближайшей к Солнечной системе звезды Альфа Центавра составляет 1,3 пк. Это кратная звездная система, в состав которой входят две звезды, похожие на Солнце - Альфа Центавра А и Альфа Центавра В, а также красный карлик Проксима – Альфа Центавра С, расположенный на земном небе на удалении в  $2^{\circ}11'$  от звезд А и В, а в пространстве – на том же расстоянии от Солнца. На Проксиме случаются сильные вспышки. Сколько времени требуется свету, чтобы дойти до звезд Альфа Центавра А и В от Проксимы?

**Решение.** Для решения задачи предположим, что звезды А, В и С лежат в картинной плоскости. Тогда для решения задачи воспользуемся формулой углового размера:

$$\alpha = \frac{D}{R}$$

Где  $\alpha$  – это угол в радианах,  $D$  – расстояние между звездой С и парой А и В, в одних и тех же единицах. Из этой формулы следует, что  $D = \alpha R$  и для решения необходимо перевести угол, разделяющий звезды А и В и звезду С в радианы.  $\alpha = 2^{\circ}11' \cdot \frac{\pi}{180} = 0,038$

Далее для расчетов необходимо перевести расстояние из парсек в световые годы:  $1,3 \cdot 3,26 \approx 4,24$  св.года. Следовательно, свет дойдет до звезд А и В за  $0,038 \cdot 4,24 \approx 0,161$  года или  $0,161 \cdot 365,25 \approx 58,9$  дней (почти 2 месяца)

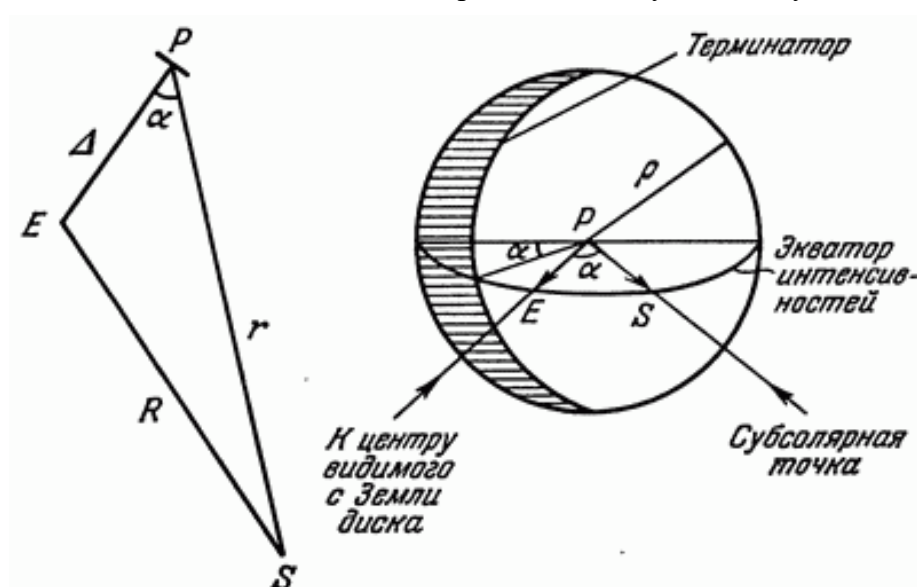
### **Разбалловка: (8 баллов)**

Построение модели задачи с явным или не явным использованием факта, что звезды находятся в картинной плоскости – 1 балл  
 Запись формулы углового размера и вывод из нее формулы для линейного размера при известном угловом размере – 1 балл  
 Правильный перевод расстояния из парсек в световые годы с использованием коэффициента перевода  $1 \text{ пк} = 3,26 \text{ светового года}$  – 1 балл  
 Перевод угла, заданного в условии из градусной меры в радианы: явный как расчет или не явный коэффициент перевода в общей формуле - 2 балла  
 Правильный расчет времени 0,161 года – 1 балл  
 Правильный расчет и перевод времени в дни с использованием дробной продолжительности земного года – 1 балл.  
 Оформление задачи, запись итогового ответа, наличие пояснительного рисунка – 1 балл  
 Итого за задачу в сумме – 8 баллов

#### Задание №4

Какие планеты, как и Луна, наблюдаются во всех фазах? Почему? Решение сопроводите поясняющим рисунком.

**Решение.** Для того, чтобы решить данную задачу, необходимо понимать, что такое



геометрическая фаза – это то, какую часть дневной стороны небесного тела видит наблюдатель. По сути фаза показывает угол, между направлением на источник света и на наблюдателя с небесного тела. По условию задачи нам необходимо видеть все фазы от 0 до 1. Следовательно, нам необходимы такие небесные тела, угол до наблюдателя и до Солнца у которых меняется от 0 до  $180^\circ$ . Под это определение подходят

только внутренние планеты – Меркурий и Венера.

#### Разбалловка: (8 баллов)

Правильное объяснение по определению или своими словами причин возникновения явления фазы - 2 балла.  
 Вывод о том, что фазовый угол должны меняться в пределах от  $0^\circ$  до  $180^\circ$  – 2 балла  
 Правильный вывод о том, что это внутренние планеты (Меркурий и Венера) – 2 балла  
 Наличие правильной рисунка схемы положения планет – 1 балла  
 Четкое оформление и наличие пояснений с выделенным ответом – Меркурий и Венера – 1 балл  
 Итого за задачу в сумме – 8 баллов

# Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

## школьный этап

2019-2020 учебный год

## Решения и критерии

### 10 класс

#### Задание №1

Даны следующие астрономические объекты: звезда, планета, туманность, звездное скопление, галактика, астероид. Расположите объекты в порядке увеличения линейных размеров (массы). Расположите объекты в порядке уменьшения расстояния до них от Земли.

**Решение.** Правильное расположение по размерам (массе):

- 1) астероид,
- 2) планета,
- 3) звезда,
- 4) звездное скопление,
- 5) туманность, (Туманности в астрономии бывают, планетарные – конечные стадии эволюции звезд, эмиссионные – подсвеченные массивными и яркими звездами, и в составе молекулярных облаков. Поэтому туманность можно поставить и перед звездой, и между звездой и звездным скоплением, и после звездного скопления.)
- 6) галактика

Правильное расположение по удаленности:

- 1) галактика,
- 2) туманность,
- 3) звездное скопление
- 4) звезда
- 5) планета
- 6) астероид

#### Разбалловка: (8 баллов)

Правильный порядок по размеру 3 балла.

Правильный порядок объектов, но в обратном порядке от большего к меньшему (ошибка, допущенная по невнимательности) – 2 балла из 3.

Каждая ошибка минус один балл из 3, если ошибок больше 3, то за этот пункт выставляется 0 баллов.

Перестановка туманности по порядку в пункты 3 или 4 на оценку не влияет и засчитывается как правильный ответ!

Перестановка туманности по порядку в пункты 3 или 4 на оценку не влияет и засчитывается как правильный ответ!

Правильный порядок по расстоянию 3 балла.

Правильный порядок объектов, но в обратном порядке от большего к меньшему (ошибка, допущенная по невнимательности) – 2 балла из 3.

Каждая ошибка минус один балл из 3, если ошибок больше 3, то за этот пункт выставляется 0 баллов.

Наличие правильных пояснений и описаний объектов 1 балл

Наличие рисунка или схемы используемой в решении – 1 балл

Итого за задачу в сумме – 8 баллов

#### Задание №2

По какой причине на Земле происходит смена дня и ночи, чему равен промежуток времени, содержащий в себе день и ночь, и как он называется? Чему этот промежуток равен на Луне? Сколько в лунном году лунных дней?

**Решение.** Причина смены дня и ночи состоит в том, что Земля вращается вокруг своей оси. День и ночь связаны с Солнцем, значит это промежуток времени связан с повторением положения Солнца и равен 24 часам. И называется солнечными сутками.

На Луне также есть солнечные сутки. Мы видим, как день и ночь путешествуют по Луне, у нас это промежуток называется Лунным Месяцем и равен 29,5 дням, потому что Луна вращается вокруг Земли и одновременно с Землей вокруг Солнца.

Лунный год равен земному году, так как Луна вместе с Землей вращается вокруг Солнца. Следовательно, в Лунном году будет:  $\frac{365,25}{29,5} \approx 12,4$  лунных дня

### **Разбалловка: (8 баллов)**

Правильное понимание причины – осевое вращение – 1 балл

Правильное указание периода вращения относительно Солнца –солнечные сутки 24 часа– 1 балл

Правильное объяснение смены дня и ночи на Луне с учетом вращения Луны вокруг Земли – 1 балл

И если написано, что так же Луна одновременно вращается и вокруг Солнца вместе с Землей еще 1 балл

Правильное указание периода смены дня и ночи на Луне – лунный месяц (синодический период Луны) и его значение – 29,5 дней – 1 балл

Явный или не явный вывод о том, что лунный год равен земному году – 1 балл

Расчет количества лунных дней в лунном году с использованием не целой продолжительности земного года – 1 балл

Наличие рисунка или схемы используемой в решении и подробного описания– 1 балл

Итого за задачу в сумме – 8 баллов

### **Задание №3**

Расстояние до ближайшей к Солнечной системе звезды Альфа Центавра составляет 1,3 пк. Это кратная звездная система, в состав которой входят две звезды, похожие на Солнце - Альфа Центавра А и Альфа Центавра В, а также красный карлик Проксима – Альфа Центавра С, расположенный на земном небе на удалении в  $2^{\circ}11'$  от звезд А и В, а в пространстве – на том же расстоянии от Солнца, что и главные звезды системы. За какое время Проксима делает один оборот вокруг звезд А и В?

**Решение.** Для решения задачи предположим, что звезды А, В и С лежат в картинной плоскости. Тогда для решения задачи воспользуемся формулой углового размера:

$$\alpha = \frac{D}{R}$$

Где  $\alpha$  – это угол в радианах,  $D$  – расстояние между звездой С и парой А и В, в одних и тех же единицах. Из этой формулы следует, что  $D = \alpha R$  и для решения необходимо перевести угол, разделяющий звезды А и В и звезду С в радианы.  $\alpha = 2^{\circ}11' \cdot \frac{\pi}{180} = 0,038$

Далее для расчетов необходимо перевести расстояние из парсек в астрономические единицы:  $1,3 \cdot 206265 \approx 268144,5$  а.е. И рассчитаем расстояние от Проксимы до звезд А и В. Это будет:  $D = \alpha R = 0,038 \cdot 268144,5 \approx 10189$  а.е. Это будет большая полуось орбиты Проксимы. Следовательно, используя тот факт, что А и В похожи на Солнце и масса каждой из них равна солнечной, массой Проксимы можно пренебречь, поскольку она много меньше двух масс Солнца.

То можно воспользоваться уточненным 3-м законом Кеплера, сравнив систему Альфы Центавра и Проксимы с Солнцем и Землей:

$$\frac{T_{\Pi}^2(M_A + M_B + M_C)}{T_{\oplus}^2 M_{\odot}} = \frac{a_{\Pi}^3}{a_{\oplus}^3} \Rightarrow \frac{T_{\Pi}^2(M_A + M_B)}{T_{\oplus}^2 M_{\odot}} = \frac{a_{\Pi}^3}{a_{\oplus}^3} \Rightarrow \frac{2T_{\Pi}^2}{1} = \frac{(10189)^3}{1} \Rightarrow T_{\Pi} \approx 727 \text{ тыс. лет}$$

**Разбалловка: (8 баллов)**

Построение модели задачи с явным или не явным использованием факта, что звезды находятся в картинной плоскости – 1 балл

Запись формулы углового размера и вывод из нее формулы для линейного размера при известном угловом размере – 1 балл

Правильный перевод расстояния из парсек в астрономические единицы – 1 балл

Правильная запись уточненного 3-го закона Кеплера с учетом масс звезд и пренебрежением массой Проксимы или указанием, что она составляет порядка 0,1 солнечной- 3 балла, Если же используется 3-й закон Кеплера без учета массы, то при правильном подчете выставляется только 1 балл и НЕ выставляется балл за итоговый ответ!

Правильный расчет и ответ в 727 тыс лет (730 тыс лет) – 1 балл.

Оформление задачи, наличие пояснительного рисунка – 1 балл

Итого за задачу в сумме – 8 баллов

**Задание №4**

Каково кратчайшее расстояние между указанными точками по поверхности Земли (считая ее идеальным шаром), если координаты точек равны 0° ш 0° д. и 30° с. ш 90° в. д? Радиус Земли 6371 км.

**Решение.** Первая точка совпадает с началом географических координат, вторая отстоит от нее на четверть окружности по долготе и 30° по широте на север. Так как четверть окружности, это точка равноудаленная от большого круга с долготами 90 в.д. и 90 з.д. То это расстояние равно четверти окружности Земли. Не зависимо от того какую широту мы выберем. Определим расстояние, используя длину большого круга на Земле:

$$L = \frac{2\pi R_{\oplus}}{4} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6371}{4} \approx 10002 \text{ км}$$

**Разбалловка: (8 баллов)**

Правильное понимание и вывод того, что вторая точка лежит на большом круге, равноудаленном от заданной 1 точки - 4 балла.

Вывод формулы расстояния, через длину окружности и четвертую ее долю с правильным расчетом и округлением до целого значения км – 2 балла.

Запись итогового ответа – 1 балл

Четкое оформление и наличие правильных рисунков или схемы, поясняющих решение – 1 балл

Итого за задачу в сумме – 8 баллов

# Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

## школьный этап

2019-2020 учебный год

## Решения и критерии

### 11 класс

#### Задание №1

Даны следующие астрономические объекты: звезда, планета, туманность, звездное скопление, галактика, астероид. Расположите объекты в порядке увеличения линейных размеров (массы). Расположите объекты в порядке уменьшения расстояния до них от Земли.

**Решение.** Правильное расположение по размерам (массе):

- 1) астероид,
- 2) планета,
- 3) звезда,
- 4) звездное скопление,
- 5) туманность, (Туманности в астрономии бывают, планетарные – конечные стадии эволюции звезд, эмиссионные – подсвеченные массивными и яркими звездами, и в составе молекулярных облаков. Поэтому туманность можно поставить и перед звездой, и между звездой и звездным скоплением, и после звездного скопления.)
- 6) галактика

Правильное расположение по удаленности:

- 7) галактика,
- 8) туманность,
- 9) звездное скопление
- 10) звезда
- 11) планета
- 12) астероид

#### Разбалловка: (8 баллов)

Правильный порядок по размеру 3 балла.

Правильный порядок объектов, но в обратном порядке от большего к меньшему (ошибка, допущенная по невнимательности) – 2 балла из 3.

Каждая ошибка минус один балл из 3, если ошибок больше 3, то за этот пункт выставляется 0 баллов.

Перестановка туманности по порядку в пункты 3 или 4 на оценку не влияет и засчитывается как правильный ответ!

Правильный порядок по расстоянию 3 балла.

Правильный порядок объектов, но в обратном порядке от большего к меньшему (ошибка, допущенная по невнимательности) – 2 балла из 3.

Каждая ошибка минус один балл из 3, если ошибок больше 3, то за этот пункт выставляется 0 баллов.

Наличие правильных пояснений и описаний объектов 1 балл

Наличие рисунка или схемы используемой в решении – 1 балл

Итого за задачу в сумме – 8 баллов

#### Задание №2

По какой причине на Земле происходит смена дня и ночи, чему равен промежуток времени, содержащий в себе день и ночь и как он называется? Чему этот промежуток равен на Луне? Сколько в лунном году лунных дней?

**Решение.** Причина смены дня и ночи состоит в том, что Земля вращается вокруг своей оси. День и ночь связаны с Солнцем, значит это промежуток времени связан с повторением положения Солнца и равен 24 часам. И называется солнечными сутками.

На Луне также есть солнечные сутки. Мы видим, как день и ночь путешествуют по Луне, у нас это промежуток называется Лунным Месяцем и равен 29,5 дням, потому что Луна вращается вокруг Земли и одновременно с Землей вокруг Солнца.

Лунный год равен земному году, так как Луна вместе с Землей вращается вокруг Солнца. Следовательно, в Лунном году будет:  $\frac{365,25}{29,5} \approx 12,4$  лунных дня

### **Разбалловка: (8 баллов)**

Правильное понимание причины – осевое вращение – 1 балл

Правильное указание периода вращения относительно Солнца –солнечные сутки 24 часа– 1 балл

Правильное объяснение смены дня и ночи на Луне с учетом вращения Луны вокруг Земли – 1 балл

И если написано, что так же Луна одновременно вращается и вокруг Солнца вместе с Землей еще 1 балл

Правильное указание периода смены дня и ночи на Луне – лунный месяц (синодический период Луны) и его значение – 29,5 дней – 1 балл

Явный или не явный вывод о том, что лунный год равен земному году – 1 балл

Расчет количества лунных дней в лунном году с использованием не целой продолжительности земного года – 1 балл

Наличие рисунка или схемы используемой в решении и подробного описания– 1 балл

Итого за задачу в сумме – 8 баллов

### **Задание №3**

Расстояние до ближайшей к Солнечной системе звезды Альфа Центавра составляет 1,3 пк. Это кратная звездная система, в состав которой входят две звезды, похожие на Солнце - Альфа Центавра А и Альфа Центавра В, а также красный карлик Проксима – Альфа Центавра С, расположенный на земном небе на удалении в  $2^{\circ}11'$  от звезд А и В, а в пространстве – на том же расстоянии от Солнца, что и главные звезды системы. За какое время Проксима делает один оборот вокруг звезд А и В?

**Решение.** Для решения задачи предположим, что звезды А, В и С лежат в картинной плоскости. Тогда для решения задачи воспользуемся формулой углового размера:

$$\alpha = \frac{D}{R}$$

Где  $\alpha$  – это угол в радианах,  $D$  – расстояние между звездой С и парой А и В, в одних и тех же единицах. Из этой формулы следует, что  $D = \alpha R$  и для решения необходимо перевести угол, разделяющий звезды А и В и звезду С в радианы.  $\alpha = 2^{\circ}11' \cdot \frac{\pi}{180} = 0,038$

Далее для расчетов необходимо перевести расстояние из парсек в астрономические единицы:  $1,3 \cdot 206265 \approx 268144,5$  а.е. И рассчитаем расстояние от Проксимы до звезд А и В. Это будет:  $D = \alpha R = 0,038 \cdot 268144,5 \approx 10189$  а.е. Это будет большая полуось орбиты Проксимы. Следовательно, используя тот факт, что А и В похожи на Солнце и масса каждой из них равна солнечной, массой Проксимы можно пренебречь, поскольку она много меньше двух масс Солнца.

То можно воспользоваться уточненным 3-м законом Кеплера, сравнив систему Альфы Центавра и Проксима с Солнцем и Землей:

$$\frac{T_{\Pi}^2(M_A + M_B + M_C)}{T_{\oplus}^2 M_{\odot}} = \frac{a_{\Pi}^3}{a_{\oplus}^3} \Rightarrow \frac{T_{\Pi}^2(M_A + M_B)}{T_{\oplus}^2 M_{\odot}} = \frac{a_{\Pi}^3}{a_{\oplus}^3} \Rightarrow \frac{2T_{\Pi}^2}{1} = \frac{(10189)^3}{1} \Rightarrow T_{\Pi} \approx 727 \text{ тыс. лет}$$

**Разбалловка: (8 баллов)**

Построение модели задачи с явным или не явным использованием факта, что звезды находятся в картинной плоскости – 1 балл

Запись формулы углового размера и вывод из нее формулы для линейного размера при известном угловом размере – 1 балл

Правильный перевод расстояния из парсек в астрономические единицы – 1 балл

Правильная запись уточненного 3-го закона Кеплера с учетом масс звезд и пренебрежением массой Проксима или указанием, что она составляет порядка 0,1 солнечной- 3 балла, Если же используется 3-й закон Кеплера без учета массы, то при правильном подсчете выставляется только 1 балл и НЕ выставляется балл за итоговый ответ!

Правильный расчет и ответ в 727 тыс лет (730 тыс лет) – 1 балл.

Оформление задачи, наличие пояснительного рисунка – 1 балл

Итого за задачу в сумме – 8 баллов

**Задание №4**

Годичный параллакс звезды с Марса (большая полуось орбиты 1,52 а.е), равен 14 mas. Определите сколько времени требуется свету этой звезды, чтобы достичь Земли (большая полуось орбиты 1 а.е).

**Решение.** По определению параллакс - это угол под которым видна большая полуось орбиты планеты наблюдения. Если это Земля, то 1 пк – это когда 1 а.е. видна под углом в 1". Значит если большая полуось Марса 1,52 а.е., то угол, под которым будет смещаться звезда на Земле в результате параллактического смещения, составит  $\pi_{\text{Земли}} = \frac{\pi_{\text{Марса}}}{1,52} = \frac{0,014''}{1,52} \approx 0,009''$ . А, следовательно, расстояние до Земли  $= \frac{1}{\pi_{\text{Земли}}} \approx 109$  пк, и, или, если перевести в св. годы (x 3,26), это время составит около 354 лет

**Разбалловка: (8 баллов)**

Правильное использование и понимание явления параллакса - 1 балл.

Нахождение значения параллакса звезды видимого с Земли – 2 балла

Правильное нахождение расстояния до звезды от Земли в пк (109 пк) – 2 балла

Перевод в световые годы (354 года) – 1 балл

Наличие рисунка или схемы используемой в решении – 1 балл

Четкое оформление, выделение ответа наличие пояснений – 1 балл

Итого за задачу в сумме – 8 баллов