

Школьный этап по астрономии

Астрономия. 11 класс. Ограничение по времени 60 минут

Мировое потребление. Вариант №1

В качестве ответа вводите целое число или конечную десятичную дробь. Если число отрицательное, введите минус (-) перед ним. В качестве разделителя целой и дробной частей используйте точку либо запятую. Никаких иных символов, кроме используемых для записи числа (в частности, пробелов) быть не должно. Пример: -3,14.



Рис.1 Панели солнечных батарей

Мировое потребление электроэнергии составляет $240 \cdot 10^{12}$ кВт·ч в год. Найдите ответы на следующие вопросы, если КПД современных солнечных панелей считать 40%. Поток солнечного излучения на уровне моря, после поглощения в атмосфере Земли, принять равным 1020 Вт/м^2

Ответьте на следующие вопросы:

Мировое потребление электроэнергии за год (в Дж). Введите в первое поле целую часть числа с точностью до 2 знаков, во второе поле порядок, т.е. если Ваш результат $A \cdot 10^B$, то в первое поле введите A, во второе — B

Правильные ответы:

2 балла

Сколько энергии вырабатывает 1 панель площадью 1 м^2 за год (в Дж). Введите в первое поле целую часть числа с точностью до 1 знака, во второе поле порядок, т.е. если Ваш результат $A \cdot 10^B$, то в первое поле введите A, во второе – B

Правильные ответы:

6.4

9

3 балла

Какая должна быть суммарная площадь панелей (в м^2). Введите в первое поле целую часть числа с точностью до 1 знака, во второе поле порядок, т.е. если Ваш результат $A \cdot 10^B$, то в первое поле введите A, во второе – B

Правильные ответы:

1.4

11

3 балла

Решение задачи:

Для начала переведем потребляемую энергию в Джоули:

$$1 \text{ кВт}\cdot\text{ч} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

Потребляемая за год энергия будет равна:

$$J = 240 \cdot 10^{12} \cdot 3.6 \cdot 10^6 = 8.64 \cdot 10^{20} \text{ Дж}$$

На экваторе световой день длится ровно 12 часов. Посчитаем энергию, которую солнечная панель единичной площади выработает за одни солнечные сутки:

$$E = 1020 \cdot 0.4 \cdot 12 \cdot 3600 = 17.6 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

Возможная ошибка, учащийся использовал 24 часа, а не 12 часов. В результате он получил ответ в 2 раза больший.

A за год:

$$E = E \cdot T = 6.4 \cdot 10^9 \text{ Дж}$$

Где T – количество солнечных суток в тропическом году.

Искомая площадь есть:

$$S = \frac{J}{E} = 1.4 \cdot 10^{11} \text{ м}^2$$

За решение задачи 8 баллов

Мировое потребление. Вариант №2

В качестве ответа вводите целое число или конечную десятичную дробь. Если число отрицательное, введите минус (-) перед ним. В качестве разделителя целой и дробной частей используйте точку либо запятую. Никаких иных символов, кроме используемых для записи числа (в частности, пробелов) быть не должно. Пример: -3,14.



Рис.1 Панели солнечных батарей

Мировое потребление электроэнергии составляет $260 \cdot 10^{12}$ кВт·ч в год. Найдите ответы на следующие вопросы, если КПД современных солнечных панелей считать 45%. Поток солнечного излучения на уровне моря, после поглощения в атмосфере Земли, принять равным 1030 Вт/м^2

Ответьте на следующие вопросы:

Мировое потребление электроэнергии за год (в Дж). Введите в первое поле целую часть числа с точностью до 2 знаков, во второе поле порядок, т.е. если Ваш результат $A \cdot 10^B$, то в первое поле введите A, во второе — B

Правильные ответы:

2 балла

Сколько энергии вырабатывает 1 панель площадью 1 м^2 за год (в Дж). Введите в первое поле целую часть числа с точностью до 1 знака, во второе поле порядок, т.е. если Ваш результат $A \cdot 10^B$, то в первое поле введите A, во второе – B

Правильные ответы:

3 балла

Какая должна быть суммарная площадь панелей (в м^2). Введите в первое поле целую часть числа с точностью до 1 знака, во второе поле порядок, т.е. если Ваш результат $A \cdot 10^B$, то в первое поле введите A, во второе – B

Правильные ответы:

3 балла

Решение задачи:

Для начала переведем потребляемую энергию в Джоули:

$$1 \text{ кВт}\cdot\text{ч} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

Потребляемая за год энергия будет равна:

$$J = 260 \cdot 10^{12} \cdot 3.6 \cdot 10^6 = 9.36 \cdot 10^{20} \text{ Дж}$$

На экваторе световой день длится ровно 12 часов. Посчитаем энергию, которую солнечная панель единичной площади выработает за одни солнечные сутки:

$$E = 1030 \cdot 0.45 \cdot 12 \cdot 3600 = 2 \cdot 10^7 \text{ Дж}$$

Возможная ошибка, учащийся использовал 24 часа, а не 12 часов. В результате он получил ответ в 2 раза больший.

А за год:

$$E = E \cdot T = 7.3 \cdot 10^9 \text{ Дж}$$

Где T — количество солнечных суток в тропическом году.

Искомая площадь есть:

$$S = \frac{J}{E} = 1.3 \cdot 10^{11} \text{ м}^2$$

Автор: Игнатъев В.Б.

Рис.1

<https://www.angi.ru/userfiles/image/elektrostantsiya.jpg>

За решение задачи **8 баллов**

Звезды. Вариант №1

Вам дана таблица со звездами, их видимыми звездными величинами и расстоянием до звезд.

Звезда\параметр	m	Teff.K	,mas
Вега	0	9600	130
Сириус А	-1.47	9940	374.5
Арктур	-0.05	4290	88.8
Альтаир	0.77	7800	195

Определите следующие величины.

mas - это угловая миллисекунда. Температура фотосферы Солнца составляет **5800**К. Абсолютная звездная величина Солнца составляет **4.83^m**

Определите у какой звезды из списка наибольшая светимость

- Вега
- Сириус А
- Арктур
- Альтаир

2 балла

Определите абсолютную звездную величину звезды с наименьшим от Солнца расстоянием (округлить до сотых долей)

Правильный ответ:

1.39

2 балла

Определите светимость звезды с наименьшим от Солнца расстоянием в светимостях Солнца (округлить до сотых долей)

Правильный ответ:

23.1

2 балла

Определите радиус звезды с наименьшей светимостью

Правильный ответ:

1.71

2 балла

Решение задачи:

Запишем формулу для связи видимой и абсолютной звездных величин:

$$M = m + 5 - 5 \lg r = m + 5 + 5 \lg \pi$$

Сравним звезду с Солнцем по формуле Погсона:

$$M - M_{sun} = -2,5 \lg \left(\frac{L}{L_{sun}} \right)$$

По закону Стефана-Больцмана получим:

$$\frac{L}{L_{sun}} = \left(\frac{R}{R_{sun}} \right)^2 \left(\frac{T}{T_{sun}} \right)^4$$

Подставляя $T_{sun} = 5800\text{K}$, можно получить значения радиусов звезд в солнечных единицах и сравнить их между собой. Теперь произведем подсчеты: Абсолютная звездная величина Веги $M_1 = 0.57^m$

Абсолютная звездная величина Сириуса А $M_2 = 1.40^m$

Абсолютная звездная величина Арктура $M_3 = -0.31^m$

Абсолютная звездная величина Альтаира $M_4 = 2.22^m$

Наибольшая светимость будет у той звезды, у которой наименьшее значение абсолютной звездной величины, так как шкала звездных величин направлена в обратную сторону. Таким образом наибольшая светимость будет у звезды Арктура.

Теперь давайте разберемся, какая звезда из представленных в списке является ближайшей? У нас в таблице есть значение годового параллакса, который обратно пропорционален расстоянию. То есть самая ближайшая звезда обладает самым большим параллаксом, и это звезда Сириус А. Светимость этой звезды, выраженная в светимостях Солнца,

$$L_2 = 10^{-0,4(M_2 - M_{sun})} = 23.1$$

Для определения радиуса звезды с наименьшей светимостью (Альтаир) вспомним закон Стефана Больцмана, запишем его сразу для искомого нами радиуса

$$\frac{R}{R_{sun}} = \left(\frac{L}{L_{sun}} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{T_{sun}}{T} \right)^2 = 1,71$$

За решение задачи 8 баллов

Звезды. Вариант №2

Вам дана таблица со звездами, их видимыми звездными величинами и расстоянием до звезд.

Звезда\параметр	m	Teff.K	,mas
Рас Альхаг	2.07	7900	67.1
Гамаль	2.00	4480	49.6
Звезда Пшибыльского	8	6600	9.1
Процион А	0.34	6530	284.6

Определите следующие величины.

mas - это угловая миллисекунда. Температура фотосферы Солнца составляет **5800K**. Абсолютная звездная величина Солнца составляет **4.83^m**

Определите у какой звезды из списка наибольшая светимость

- Рас Альхаг
- Гамаль
- Звезда Пшибыльского
- Процион А

2 балла

Определите абсолютную звездную величину звезды с наименьшим от Солнца расстоянием (округлить до сотых долей)

Правильный ответ:

2.39

2 балла

Определите светимость звезды с наименьшим от Солнца расстоянием в светимостях Солнца (округлить до сотых долей)

Правильный ответ:

7.5

2 балла

Определите радиус звезды с наименьшим от Солнца расстоянием в радиусах Солнца. округлить до сотых долей)

Правильный ответ:

2 балла

Решение задачи:

Запишем формулу для связи видимой и абсолютной звездных величин:

$$M = m + 5 - 5 \lg r = m + 5 + 5 \lg \pi$$

Сравним звезду с Солнцем по формуле Погсона:

$$M - M_{sun} = -2,5 \lg \left(\frac{L}{L_{sun}} \right)$$

По закону Стефана-Больцмана получим:

$$\frac{L}{L_{sun}} = \left(\frac{R}{R_{sun}} \right)^2 \left(\frac{T}{T_{sun}} \right)^4$$

Подставляя $T_{sun} = 5800\text{K}$, можно получить значения радиусов звезд в солнечных единицах и сравнить их между собой.

Теперь произведем подсчеты:

Абсолютная звездная величина Рас Альхага $M_1 = 1.20^m$

Абсолютная звездная величина Гамалы $M_2 = 0.48^m$

Абсолютная звездная величина Звезды Пшибыльского $M_3 = 2.80^m$

Абсолютная звездная величина Проциона $M_4 = 2.61^m$

Наибольшая светимость будет у той звезды, у которой наименьшее значение абсолютной звездной величины, так как шкала звездных величин направлена в обратную сторону. Таким образом наибольшая светимость будет у звезды Гамаль.

Теперь давайте разберемся, какая звезда из представленных в списке является ближайшей? У нас в таблице есть значение годового параллакса, который обратно пропорционален расстоянию. То есть самая ближайшая звезда самым большим параллаксом, и это звезда Процион А. Светимость этой звезды, выраженная в светимостях Солнца,

$$L_2 = 10^{-0,4(M_4 - M_{sun})} = 7,5$$

Для определения радиуса звезды с наименьшей светимостью (Звезды Пшибыльского) вспомним закон Стефана Больцмана, запишем его сразу для искомого нами радиуса

$$\frac{R}{R_{sun}} = \left(\frac{L}{L_{sun}} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{T_{sun}}{T} \right)^2 = 1,92$$

Помогите Феде. Вариант №1

В качестве ответа вводите целое число или конечную десятичную дробь. Если число отрицательное, введите минус (-) перед ним. В качестве разделителя целой и дробной частей используйте точку либо запятую. Никаких иных символов, кроме используемых для записи числа (в частности, пробелов) быть не должно. Пример: -3,14.

Юный астроном Федя научился отлично фотографировать звездное небо и после пары месяцев регулярных наблюдений обнаружил перемещающийся в области эклиптики объект, который, видимо, является астероидом, расположенным вдвое дальше от Солнца, чем Марс. Астероид по орбите движется в ту же сторону, что и Земля вокруг Солнца. Считая его орбиту круговой и расположенной в плоскости эклиптики, помогите Феде ответить на ниже представленные вопросы.

Справочные данные: Большая полуось орбиты Земли 1,00 а.е

Большая полуось орбиты Марса 1,52 а.е.

Сидерический период Земли 1,00 год

Сидерический период Марса 1,88 года

Большую полуось орбиты нового астероида (в а.е., округлив до второго знака после запятой)

Правильный ответ:

2 балла

Сидерический период обращения астероида (в годах, округлив до второго знака после запятой)

Правильный ответ:

2 балла

Период повторения противостояний астероида с Землей (в днях, округлив до целого)

Правильный ответ:

2 балла

Орбитальную скорость астероида (в км/с, округлив до целого).

Правильный ответ:

17.13

2 балла

Решение задачи:

1. Большая полуось орбиты уже явно указана в условии: $2 \cdot 1,52 = 3,04$ а.е.

2. Сидерический период обращения астероида будет находится через закон Кеплера, взяв параметры орбиты Земли для сравнения. $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$, или, учитывая значения периода и полуоси для Земли, $T = \sqrt{a^3} = 5.3$ года

3. Период повторения противостояний астероида с Землей считаем через формулу синодического периода $\frac{1}{S} = \frac{1}{T_s} - \frac{1}{T} = \frac{1}{365} - \frac{1}{365 \cdot 24 \cdot 24 \cdot 5.3} = 0.0022$. Отсюда синодический период равен 450 суток.

4. Орбитальную скорость астероида вычисляем как $v = \frac{2\pi a}{T} = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 3.04 \cdot 1.5 \cdot 10^8}{5.3 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} = 17.13$ км/с.

Автор: Игнатъев В.Б.

За решение задачи 8 баллов

Помогите Феде. Вариант №2

В качестве ответа вводите целое число или конечную десятичную дробь. Если число отрицательное, введите минус (-) перед ним. В качестве разделителя целой и дробной частей используйте точку либо запятую. Никаких иных символов, кроме используемых для записи числа (в частности, пробелов) быть не должно. Пример: -3,14.

Юный астроном Федя научился отлично фотографировать звездное небо и после пары месяцев регулярных наблюдений обнаружил перемещающийся в области эклиптики объект, который, видимо, является астероидом, расположенным втрое дальше от Солнца, чем Марс. Астероид по орбите движется в ту же сторону, что и Земля вокруг Солнца. Считая его орбиту круговой и расположенной в плоскости эклиптики, помогите Феде ответить на ниже представленные вопросы.

Справочные данные:

Большая полуось орбиты Земли 1,00 а.е

Большая полуось орбиты Марса 1,52 а.е.

Сидерический период Земли 1,00 год

Сидерический период Марса 1,88 года

Большую полуось орбиты нового астероида (в а.е., округлив до второго знака после запятой)

Правильный ответ:

2 балла

Сидерический период обращения астероида (в годах, округлив до второго знака после запятой).

Правильный ответ:

2 балла

Период повторения противостояний астероида с Землей (в днях, округлив до целого)

Правильный ответ:

2 балла

Орбитальную скорость астероида (в км/с, округлив до целого).

Правильный ответ:

13.98

2 балла

Решение задачи:

1. Большая полуось орбиты уже явно указана в условии: $3 \cdot 1,52 = 4,56$ а.е.

2. Сидерический период обращения астероида будет находится через закон Кеплера, взяв параметры орбиты Земли для сравнения. $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$, или, учитывая значения периода и полуоси для Земли, $T = \sqrt{a^3} = 9,74$ года

3. Период повторения противостояний астероида с Землей считаем через формулу синодического периода $\frac{1}{S} = \frac{1}{T_s} - \frac{1}{T} = \frac{1}{365} - \frac{1}{365,24 \cdot 24 \cdot 9,74} = 0,0025$. Отсюда синодический период равен 406,8 суток или округленно 407 суток.

4. Орбитальную скорость астероида вычисляем как $v = \frac{2\pi a}{T} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 4,56 \cdot 1,5 \cdot 10^8}{9,74 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} = 13,98$ км/с.

Автор: Игнатъев В.Б.

За решение задачи 8 баллов

Семейство Юпитера. Вариант №1

В качестве ответа вводите целое число или конечную десятичную дробь. Если число отрицательное, введите минус (-) перед ним. В качестве разделителя целой и дробной частей используйте точку либо запятую. Никаких иных символов, кроме используемых для записи числа (в частности, пробелов) быть не должно. Пример: -3,14.



Рис.1 Фотография Юпитера и его крупнейших спутников

20 августа Юпитер находился в противостоянии. Расстояние от Солнца до Юпитера 5.2 а.е. Найдите ответ на следующие далее вопросы.

Спутник	Большая полуось	Период обращения
Ио	421 700 км	1.77 дня
Европа	671 030 км	3.55 дня
Ганимед	1 070 400 км	7.15 дня
Каллисто	1 882 700 км	16.69 дня

Определите угловой размер Юпитера в этот момент, если его средний радиус 72 000 км. В угловых секундах, округлив до целого.

Правильный ответ:

Формула вычисления баллов: 0-2 1-0

2 балла

Посчитайте на каком максимальном возможном угловом удалении от Юпитера можно будет наблюдать спутник Ио. В угловых секундах, округлив до целого.

Правильный ответ:

138

Формула вычисления баллов: 0-3 1-0

3 балла

Посчитайте на каком максимальном возможном угловом удалении от Юпитера можно будет наблюдать спутник Ганимед. В угловых секундах, округлив до целого.

Правильный ответ:

350

Формула вычисления баллов: 0-3 1-0

3 балла

Решение задачи:

На первом этапе необходимо найти угловой размер Юпитера.

$$\rho = 206265'' \frac{D}{R} = \frac{206265 \cdot 2 \cdot 72000}{4,2 \cdot 1,5 \cdot 10^8} = 47''$$

Здесь мы использовали тот факт, что Юпитер находился в противостоянии, и значит расстояние от Земли до Юпитера в этот момент было равно $5,2 - 1 = 4,2$ а.е.

Теперь найдем угловые расстояния между центрами Юпитера и спутников. Для этого используем написанную выше формулу, только вместо диаметра Юпитера будем использовать большую полуось спутников.

Максимальное угловое удаление Ио:

$$\rho = 206265'' \frac{D}{R} = \frac{206265 \cdot 421700}{4,2 \cdot 1,5 \cdot 10^8} = 138''$$

Максимальное угловое удаление Ганимеда

$$\rho = 206265'' \frac{D}{R} = \frac{206265 \cdot 1070400}{4,2 \cdot 1,5 \cdot 10^8} = 350''$$

Источник изображения:

<https://www.facenews.ua/media/contentimages/dd65cfebfc9bd4a6.jpg>

За решение задачи 8 баллов

Семейство Юпитера. Вариант №2

В качестве ответа вводите целое число или конечную десятичную дробь. Если число отрицательное, введите минус (-) перед ним. В качестве разделителя целой и дробной частей используйте точку либо запятую. Никаких иных символов, кроме используемых для записи числа (в частности, пробелов) быть не должно. Пример: -3,14.



Рис.1 Фотография Юпитера и его крупнейших спутников

20 августа Юпитер находился в противостоянии. Расстояние от Солнца до Юпитера 5.2 а.е. Найдите ответ на следующие далее вопросы.

Спутник	Большая полуось	Период обращения
Ио	421 700 км	1.77 дня
Европа	671 030 км	3.55 дня
Ганимед	1 070 400 км	7.15 дня
Каллисто	1 882 700 км	16.69 дня

Определите угловой размер Юпитера в этот момент, если его средний радиус 72 000 км. В угловых секундах, округлив до целого.

Правильный ответ:

Формула вычисления баллов: 0-2 1-0

2 балла

Посчитайте на каком максимальном возможном угловом удалении от Юпитера можно будет наблюдать спутник Европа. В угловых секундах, округлив до целого.

Правильный ответ:

220

Формула вычисления баллов: 0-3 1-0

3 балла

Посчитайте на каком максимальном возможном угловом удалении от Юпитера можно будет наблюдать спутник Каллисто. В угловых секундах, округлив до целого.

Правильный ответ:

616

Формула вычисления баллов: 0-3 1-0

3 балла

Решение задачи:

На первом этапе необходимо найти угловой размер Юпитера.

$$\rho = 206265'' \frac{D}{R} = \frac{206265 \cdot 2 \cdot 72000}{4,2 \cdot 1,5 \cdot 10^8} = 47''$$

Здесь мы использовали тот факт, что Юпитер находился в противостоянии, и значит расстояние от Земли до Юпитера в этот момент было равно $5,2 - 1 = 4,2$ а.е.

Теперь найдем угловые расстояния между центрами Юпитера и спутников. Для этого используем написанную выше формулу, только вместо диаметра Юпитера будем использовать большую полуось спутников.

Максимальное угловое удаление Европы:

$$\rho = 206265'' \frac{D}{R} = \frac{206265 \cdot 671030}{4,2 \cdot 1,5 \cdot 10^8} = 220''$$

Максимальное угловое удаление Каллисто

$$\rho = 206265'' \frac{D}{R} = \frac{206265 \cdot 1882700}{4,2 \cdot 1,5 \cdot 10^8} = 616''$$

Источник изображения:

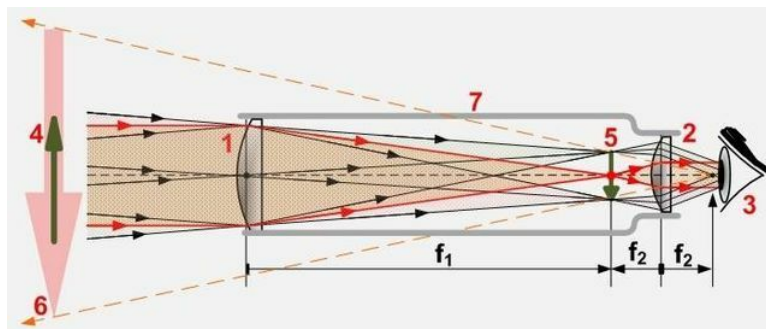
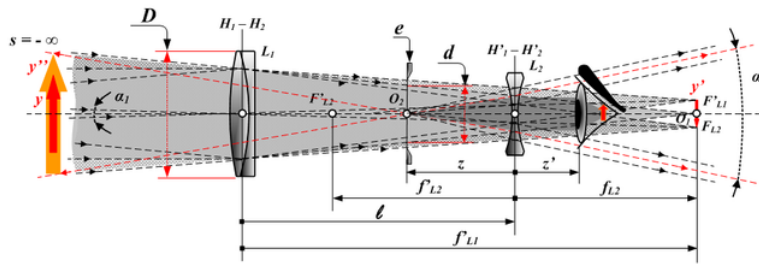
<https://www.facenews.ua/media/contentimages/dd65cfefbc9bd4a6.jpg>

За решение задачи 8 баллов

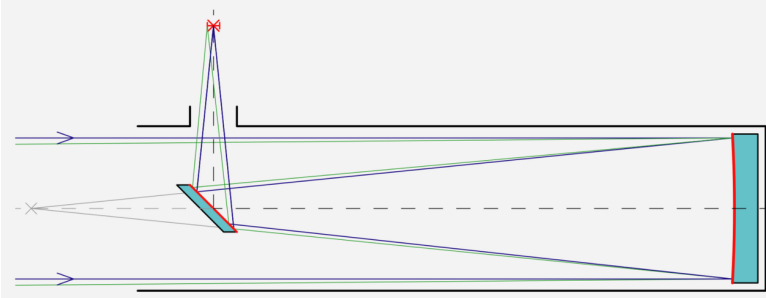
Телескопы . Вариант №1

В качестве ответа вводите целое число или конечную десятичную дробь. Если число отрицательное, введите минус (-) перед ним. В качестве разделителя целой и дробной частей используйте точку либо запятую. Никаких иных символов, кроме используемых для записи числа (в частности, пробелов) быть не должно. Пример: -3,14.

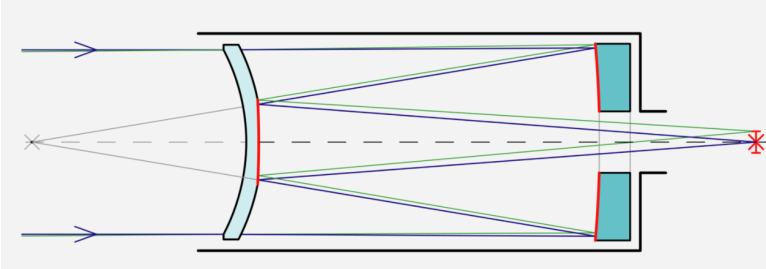
Перед вами 4 схемы астрономических телескопов (Галилея, Кеплера, Ньютона, Максутова).



Newton-Teleskop



Maksutov-Teleskop



Ответьте на представленные ниже вопросы:

Какие являются рефлекторами?

- Галилея
- Кеплера
- Ньютона
- Максутова

Формула вычисления баллов: 0-2 1-0

2 балла

Какие дают перевернутые изображения?

- Галилея
- Кеплера
- Ньютона
- Максутова

Формула вычисления баллов: 0-3 1-2 2-1 3-0

3 балла

Считая, диаметр телескопов и используемый окуляр одинаковыми, укажите, какой из них даст наибольшее увеличение?

- Галилея
- Кеплера
- Ньютона
- Максутова

Формула вычисления баллов: 0-3 1-0

3 балла

Решение задачи:

Автор: Кузнецов М.В.

Изображения

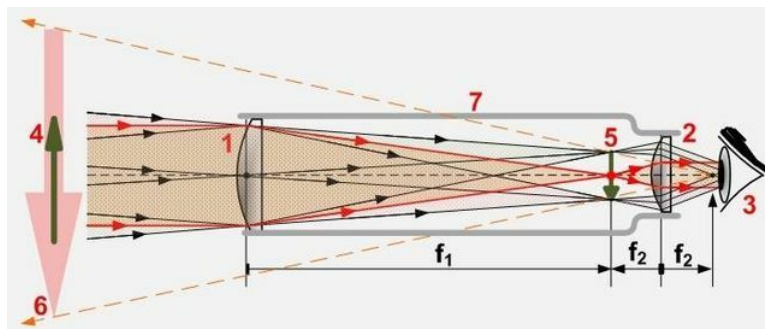
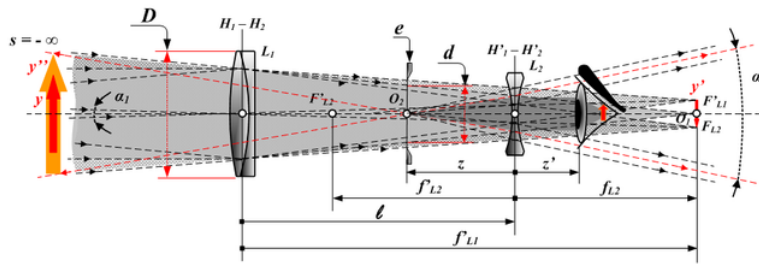
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%

За решение задачи 8 баллов

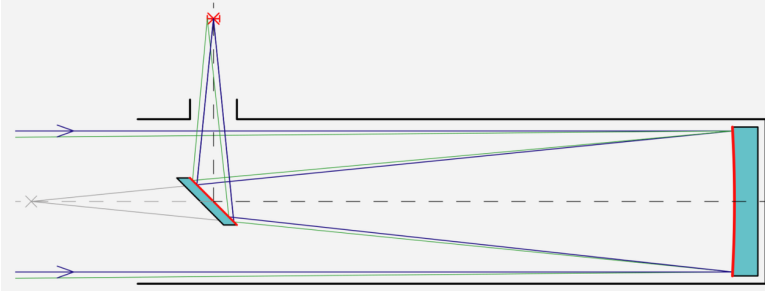
Телескопы . Вариант №2

В качестве ответа вводите целое число или конечную десятичную дробь. Если число отрицательное, введите минус (-) перед ним. В качестве разделителя целой и дробной частей используйте точку либо запятую. Никаких иных символов, кроме используемых для записи числа (в частности, пробелов) быть не должно. Пример: -3,14.

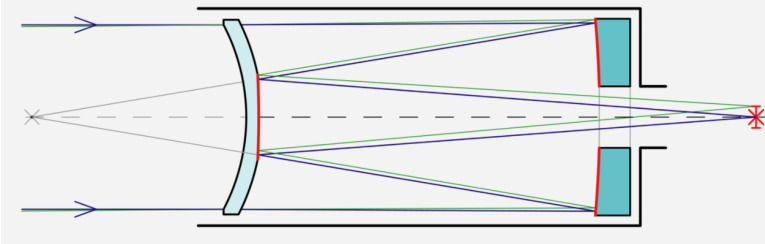
Перед вами 4 схемы астрономических телескопов (Галилея, Кеплера, Ньютона, Максутова).



Newton-Teleskop



Maksutov-Teleskop



Ответьте на представленные ниже вопросы:

Какие являются рефракторами?

- Галилея
- Кеплера
- Ньютона
- Максусова

Формула вычисления баллов: 0-2 1-1 2-0

2 балла

Какие дают прямое изображения?

- Галилея
- Кеплера
- Ньютона
- Максусова

Формула вычисления баллов: 0-3 1-2 2-1 3-0

3 балла

Считая, диаметр телескопов и используемый окуляр одинаковыми, укажите, какой из них даст наименьшее увеличение?

- Галилея
- Кеплера
- Ньютона
- Максусова

Формула вычисления баллов: 0-3 1-2 2-1 3-0

3 балла

Решение задачи:

Автор: Кузнецов М.В.

Изображения

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%

За решение задачи 8 баллов

