

Решение задач 9 класс

Задание №1 “Звездное небо” Представьте, что сегодня и, в ближайшие ночи, у вас есть возможность увидеть темное ночное небо, как оно было бы видно без подсветки городских фонарей. Укажите:

- 1) Какие созвездия, из предложенных ниже, видны сегодня в Московской области: Большая Медведица, Сириус, Орион, Кассиопея, Южный крест, Весы, Лебедь, Волопас?
- 2) Увидите ли вы Луну в течении времени после полуночи до восхода Солнца? Известно, что ближайшее полнолуние было 31 октября.
- 3) Сможете ли вы увидеть точку осеннего или весеннего равноденствия на ночном небе? Укажите да или нет и какую именно точку можно было бы найти (если можно) и почему?

Решение:



- 1) Ночное небо начала ноября, даст нам возможность увидеть следующие созвездия: Большая Медведица (Незаходящее будет вблизи нижней кульминации), Орион (ближе к концу ночи, проходит меридиан), Кассиопея (видна высоко над горизонтом вблизи меридиана), Лебедь (в северо-западной части горизонта, заходит за горизонт), Волопас (виден не будет расположен южнее Большой Медведицы). Сириус - виден над

горизонтом созвездием не является. Созвездие Весов находится под горизонтом и поэтому не видно. Южный крест - невосходящее созвездие для наших широт

- 2) Дата написания олимпиады 12 ноября. Следовательно, в это время Луна будет вблизи новолуния, которое состоится 15 ноября. Значит Луна будет вблизи Солнца и видна ни ночью, ни под утро, не будет.
- 3) Осеннее равноденствие случилось 22 сентября 2020 года. Учтем, что полный круг 360° , в году 365 дней и Солнце за сутки смещается примерно на 1° . Следовательно Солнце смещается по эклиптике еще на 9 (сентябрь) + 31 (октябрь) + 12 (ноябрь) = 52 дня, т.е. сместится на 52° к востоку от точки осеннего равноденствия и попадает в созвездие Весов. 52° соответствует $52^\circ/15^\circ=3,5$ часа западнее Солнца. А, следовательно, близко к утру (за 3,5 часа до восхода) можно будет увидеть точку осеннего равноденствия. Противоположную ей на небе точку весеннего можно будет видеть почти всю ночь, так как она будет отстоять от Солнца на 8,5 часа к востоку и в течение этого времени будет видна после захода Солнца.

Разбалловка:

Пункт 1) - максимальная оценка 5 баллов. по 1 баллу за каждое созвездие. и 1 балл за не указание объектов, которые не видны.

Пункт 2) - 1 балл

Пункт 3) - 1 балл за верный ответ - точку весеннего равноденствия и 1 балл за объяснение, либо указание, что утром можно увидеть и точку осеннего равноденствия - итого за пункт 2 балла

Задание №2 “Астрономический календарь” Дорогой друг, если ты сегодня заглянул бы в школьный астрономический календарь 2020/2021 учебного года, то увидел бы, что 15 ноября 2020 г наступит ближайшее новолуние. Также ты смог бы прочитать, что до конца года наступят два затмения. Сначала лунное, а потом солнечное. Определите:

- 1) дату солнечного затмения.
- 2) в какой фазе Луны наступит это солнечное затмение?
- 3) дату лунного затмения.
- 4) в какой фазе Луны наступит это лунное затмение?

Решение:

Определимся, когда происходят затмения. Солнечные - в фазе новолуния, т.к. Луна находится между Солнцем и Землей и лунные - в фазе полнолуния, когда Земля находится между Луной и Солнцем. Ближайшее новолуние состоится 15 ноября, но, по условию задачи, в это новолуние состоится солнечное затмение не может, так как лунное затмение должно было наступить раньше и уже бы произошло. Период смены Лунных фаз составляет 29.5 дней, следовательно, до конца года останется наступить одному новолунию. 15 ноября наступает ближайшее новолуние, а значит следующее произойдет 14 декабря, так как в ноябре 30 дней. И двум полнолуниям 30 ноября и 30 декабря. Следовательно, солнечное затмение наступит 14 декабря. Затмения всегда происходят парами одно (солнечное или лунное) и через две недели другое (противоположное - лунное или солнечное). И. если мы учтем условие задачи, где написано, что наступит сначала лунное затмение, то его дата будет - 30 ноября.

Разбалловка:

Упоминание в решении правильного положения Солнца, Луны и Земли для солнечного затмения - 1 балл.

Упоминание в решении правильного положения Солнца, Луны и Земли для лунного затмения - 1 балл.

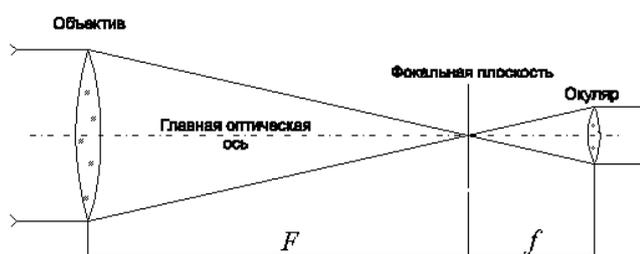
Использования правильного периода смены фаз луны -29.5 дней - 1 балл

Правильное использование промежутка времени между фазами Луны, от полнолуния до новолуния, и от новолуния до полнолуния - 1 балл

Итоговые ответы:

- 1) 14 декабря - 1 балл.
- 2) Новолуние - 1 балл
- 3) 30 ноября - 1 балл
- 4) Полнолуние - 1 балл

Итого 8 баллов за задание



Задание №3 “Труба Кеплера” Вам дана схема классического телескопа рефрактора и формула увеличения $\Gamma = \frac{F}{f} = \frac{D}{d}$, D - диаметр объектива телескопа (входного пучка), F - фокусное расстояние объектива, f - фокусное расстояние окуляра, D - диаметр входного пучка, d - диаметр выходного пучка. Оптическая сила объектива 1 дптр, а окуляра — 100 дптр.

Определите:

- 1) Чему равна общая длина трубы телескопа?
- 2) Чему равно увеличение этого телескопа?

Решение

На первом этапе нужно вспомнить взаимосвязь между оптической силой линзы и ее фокусным расстоянием. $D = 1/F$.

Получаем, что фокусное расстояние объектива $F=1$ метр

А фокусное расстояние окуляра $f=1/100=1$ см.

Из рисунка видно, что фокальная плоскость объектива совпадает с фокальной плоскостью окуляра. Следовательно, полная длина телескопа составляет $1 \text{ м} + 1 \text{ см} = 1.01 \text{ м}$

Увеличение телескопа рассчитывается из формулы $\Gamma = \frac{F}{f} = \frac{D}{d}$. Мы уже знаем фокусные расстояния объектива и окуляра, и получаем, что увеличение $\Gamma=100$.

Разбалловка

Связь оптической силы и фокусного расстояния линзы - 1 балл

Определение фокусных расстояний объектива и окуляра по 1 баллу за каждый - итого 2 балла

Определение длины телескопа 1.01 метра. - 2 балла.

Определение увеличения телескопа 100 - 3 балла.

Итого за задание 8 баллов

Задание №4 “Астероид” Некоторый астероид, имеющий прямое вращение по круговой орбите вокруг Солнца, в плоскости орбиты Земли, 25 сентября 2020 года вступил в противостояние с Солнцем, при наблюдении с Земли. Определите:

- 1) Когда такое случится в следующий раз, если его период обращения равен 3 года?
- 2) Какое расстояние будет между астероидом и Землей в момент противостояния?
- 3) Определите расстояние до астероида через 1.5 года.

Решение.

Из условия задачи мы знаем, что астероид движется по круговой орбите в ту же сторону, что и

Земля и он находится в противостоянии. Конфигурация противостояния возможна только для внешнего астероида, орбита которого больше, чем орбита Земли.

Следующее противостояние будет через синодический период.

Запишем синодическое уравнение для внешней планеты:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\text{Земли}}} - \frac{1}{T_{\text{Астероида}}} \Rightarrow S = \frac{T_{\text{Земли}} \cdot T_{\text{Астероида}}}{T_{\text{Астероида}} - T_{\text{Земли}}} = \frac{1 \cdot 3}{3-1} = 1.5 \text{ года}$$

Подставляем и получаем $S=1.5$ года. Значит следующее противостояние состоится через полтора года или 547,5 дней.

Для определения расстояния между астероидом и Землей нужно сначала найти радиус орбиты астероида (или что тоже самое, его большую полуось). Для этого воспользуемся третьим законом Кеплера:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \Rightarrow a_A = a_{\text{Земли}} \left(\frac{T_A}{T_{\text{Земли}}} \right)^{2/3} = 1 \left(\frac{3}{1} \right)^{2/3} = 2.08 \text{ а.е.}$$

И получаем ответ 2.08 а.е.

Поскольку астероид находится в противостоянии, и на одной линии Солнце-Земля-астероид, то расстояние Земля-астероид $=2.08-1=1.08$ а.е.

Теперь рассмотрим третий пункт задачи. Через 1.5 года астероид снова в противостоянии, его конфигурация повторится. Значит расстояние будет снова 1.08 ае.

Разбалловка.

утверждение, что астероид внешний. - 1 балл

запись выражения для синодического периода - 1 балл

определение синодического периода в годах или днях = 1 балл

определение даты следующего противостояния - 1 балл

определение большой полуоси орбиты астероида = 2 балла

определение расстояния между Землей и астероидом - 1 балл

определение расстояния между Землей и астероидом через 1.5 года = 1 балл.

Итого за задание 8 баллов

Задание №5 “Соседи” Звезда Ран (ϵ Эридана), является третьей из ближайших звёзд (не считая Солнца), видимых без телескопа и имеет параллакс $0.31''$. Определите:

1) расстояние до звезды в парсеках.

2) максимальное угловое расстояние между Марсом и Землёй, при наблюдении с этой звезды.

3) максимальное возможное линейное расстояние между Землей и Марсом.

Орбиты планет считать круговыми.

Решение.

На первом этапе найдем расстояние от звезды Ран до Солнца. Его мы получим из годового параллакса звезды.

$$r=1/p = 3.23 \text{ пк.}$$

Далее учтем, в случае круговых орбит, что максимальное видимое удаление Марса от Земли будет тогда, когда они будут по разные Стороны от Солнца на расстоянии $1+1.5 = 2.5$ а.е.

Используя определение параллакса получаем, что с расстояния в 3.23 пк радиус земной орбиты будет виден под углом $0.31''$. Следовательно, 2.5 а.е. будут видны под углом $2.5 \cdot 0.31 = 0.775''$ или примерно $0.78''$.

Ну и максимально возможное расстояние между землей и марсом составляет $1+1.5=2.5$ а.е., когда планеты находятся по разные стороны от Солнца. А Марс с Земли виден в соединении с Солнцем. Переведем расстояние в км - $2.5 \cdot 150 \text{ млн км} = 375 \text{ млн. км}$

Разбалловка.

Определение расстояния до звезды при помощи годичного параллакса = 3 балла

Определение значения максимального углового расстояния между Землей и Марсом при наблюдении со звезды Ран - 3 балла

Определение максимального линейного расстояния между Землей и Марсом - 2.5 а.е. или 375 млн.км - 2 балла

Итого за задание 8 баллов

Примечание:

Если, в подсчете максимального расстояния между Землей и Марсом, учащийся ошибся и получил неверный ответ, но в диапазоне 0,5 - 5 а.е. А сам подсчет углового расстояния, используя определение параллакса, выполнил правильно (с теми данными, что получены ранее) часть решения за подсчет углового расстояния (3 балла) оценивается полностью. А часть (2 балла), за подсчет расстояния, не оценивается.

Задание №6 “Движение светил” Ученик Сидоров проводил наблюдения суточного движения некоторых ярких звезд, при помощи самодельного угломерного прибора, и записывал значения максимальной их высоты над горизонтом. Перед вами таблица измерений, полученных учеником.

Название	Прямое восхождение	Склонение	Измеренная максимальная высота (округленная до °)
Вега - α Lyr	18 ^ч 40 ^м	+39°	74°
Капелла - α Aur	05 ^ч 17 ^м	+46°	81°
Мирам - η Per	02 ^ч 50 ^м	+56°	85°
Кохаб - β UMi	14 ^ч 50 ^м	+74°	71°
Этамин - γ Dra	17 ^ч 56 ^м	+51°	86°
Менкар - α Cet	03 ^ч 02 ^м	+04°	39°
Минтака - δ Ori	05 ^ч 32 ^м	+00°	35°
Мирзам - β CMa	06 ^ч 22 ^м	-18°	17°

Определите

- 1) Какие звезды из наблюдаемых являются незаходящими для Сидорова?
- 2) Какая звезда подходит ближе всего к зениту?
- 3) Какая из звезд видна меньше всего в течении ночи для наблюдателя?
- 4) Определите широту места наблюдения.
- 5) Найдите, при измерении какой из звезд Сидоров допустил ошибку. Предположите почему он ее мог совершить?

Решение:

Максимальная высота светила в суточном движении над горизонтом наступает в момент верхней кульминации. Воспользуемся формулой расчета верхней кульминации в первом ее варианте, когда склонение светила меньше значения широты. При $\delta < \varphi$:

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

Но будет одна звезда - Кохаб, которую необходимо проверить, на случай если ее склонение больше значения широты, так как она ближе всех к полюсу мира. Поскольку в этом случае, изменится формула для расчета верхней кульминации. При $\delta > \varphi$:

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

Рассчитаем из нее широту по известной высоте и склонению звезд. Прямое восхождение светила нам не важно, и мы отбросим его из таблицы

Название	Склонение	Измеренная максимальная высота	Определенно значение широты
Вега - α Lyr	+39°	74°	55°
Капелла - α Aur	+46°	81°	55°
Мирам - η Per	+56°	85°	51°
Кохаб - β UMi	+74°	71°	55°
Этамин - γ Dra	+51°	86°	55°
Менкар - α Cet	+04°	39°	55°
Минтака - δ Ori	+00°	35°	55°
Мирзам - β CMa	-18°	17°	55°

Легко видеть, что измерения Сидорова были правильными, но он ошибся в значении высоты того светила, которое было ближе всего к зениту - звезда Мирам η Per. Причина этого в том, что на зенит очень трудно и неудобно наводиться, особенно, при визуальных наблюдениях невооруженным глазом. Отсутствуют, или на очень большом угловом расстоянии, наземные ориентиры. Звезда, которая видна меньше всего времени, самая южная из измеренных Мирзам β CMa.

Разбалловка

Вывод и использование правильной формулы верхней кульминации 1 балл,

Определение 5 звезд (склонение больше чем 35) - как незаходящие – 1 балл

Верно найденное значения широты - 1 балл

Верно найдено значение широты для звезды Кохаб β UMi и не указано, что у этой звезды ошибочно определена высота. - 1 балл

Правильно определена ошибочность измерения высоты звезды Мирам η Per - 1 балл

Указано, что наиболее близкая к зениту звезда Мирам η Per - 1 балл

Указано, что звезда с наименьшим временем видимости - Мирзам - β CMa - 1 балл

Верно указана причина допущенной ошибки - 1 балл

Итого за задание 8 баллов