

## Решение задач 8 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  $360^\circ$ , в году 365 дней и Солнце за сутки смещается примерно на  $1^\circ$ . Следовательно Солнце смещается по эклиптике еще на 9 (сентябрь) + 31 (октябрь) + 12 (ноябрь) = 52 дня, т.е. сместится на  $52^\circ$  к востоку от точки осеннего равноденствия и попадает в созвездие Весов.  $52^\circ$  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 “Наблюдения Луны”** Астроном-любитель Васечкин, вечером, во время захода Солнца, наблюдает в телескоп на Луне кратер Тихо. Находящийся на границе светлой и темной частей диска Луны. Эта граница на Луне называется – терминатор. В этот момент, внутри этого кратера, находится экспедиция землян, что же они увидят при наблюдении неба на Луне:

- 1) Восход или заход Солнца и почему?
- 2) Будут ли видеть космонавты Землю и почему?
- 3) А звезды в этот момент, и почему?

**Решение:**

Поскольку, Васечкин наблюдает Луну во время захода Солнца, то она находится в фазе от новолуния до полнолуния, и мы видим ту часть терминатора Луны, которая начинает лунный день. Следовательно, наблюдатели на Луне увидят восход Солнца, т.к. фаза Луны увеличивается. Да космонавты будут видеть Землю, т.к. их точка нахождения видна с Земли, а значит расположена на повернутом к земле полушарии Луны. И смогут видеть звезды, так как на Луне нет атмосферы и звезды видны на небе днем вместе с Солнцем.

**Разбалловка**

Ответы:

- 1) Наблюдается восход Солнца - 1 балл,  
Объяснение причины в том, что мы видим растущую Луну и утреннюю часть терминатора. Или любое другое объяснение, сводящееся к правильному описанию ситуации - 2 балла
- 2) Космонавты будут видеть Землю - 1 балл  
По той причине, что, если мы видим точку в которой находится экспедиция по условию задачи, значит и оттуда будет видна Земля. - 2 балла.
- 3) Космонавты будут видеть звезды - 1 балл.  
Отсутствие атмосферы на Луне - 1 балл

Итого за задачу 8 баллов

**Задание №4 “Жизненный путь”** Ученик Сидоров прочитал в энциклопедии по астрономии, что Солнце в ходе своей эволюции сначала станет красным гигантом, а в конце своей эволюции (жизни) – белым карликом. Также он нашел информацию о том, какого радиуса будет Солнце, когда станет красным гигантом – с орбиту Венеры (0.7 а.е). И размер белого карлика равный размеру Земли –  $1.28 \cdot 10^4$  км. Помогите Сидорову рассчитать плотности Солнца и соотношение этих плотностей на следующих стадиях его эволюции:

- 1) Солнца – красного гиганта,
- 2) Солнца – белого карлика.
- 3) Нынешнего Солнца (радиус  $7 \cdot 10^5$  км).

4) определите во сколько раз изменится плотность Солнца в конце его жизни, по сравнению со значением сейчас. Считайте, что масса Солнца не меняется.

### Решение

Плотность - это отношение полной массы к объему  $\rho = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi R^3}$  если использовать объем шара, к которому очень близка форма Солнца. Следовательно, плотности Солнца на разных стадиях его жизни будут:

Красный гигант:

$$\rho_{\text{КГ}} = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi R^3} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^{30}}{4 \cdot 3.14 \cdot (0.7 \cdot 1.5 \cdot 10^8)^3} = 1.4 \cdot 10^{-4} \text{ кг/м}^3$$

Белый карлик:

$$\rho_{\text{БК}} = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi R^3} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^{30}}{4 \cdot 3.14 \cdot (6.4 \cdot 10^6)^3} = 1.8 \cdot 10^9 \text{ кг/м}^3$$

Нынешнее Солнце:

$$\rho_{\text{С}} = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi R^3} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^{30}}{4 \cdot 3.14 \cdot (7 \cdot 10^8)^3} = 1.4 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

Найдем отношение плотностей в конце жизни Солнца - это стадия белого карлика и сейчас. Ее можно найти просто, разделив плотности друг на друга, а можно вывести соответствующую формулу:

$$\frac{\rho_{\text{БК}}}{\rho_{\text{С}}} = \frac{\frac{M_{\text{С}}}{V_{\text{БК}}}}{\frac{M_{\text{С}}}{V_{\text{С}}}} = \frac{V_{\text{С}}}{V_{\text{БК}}} = \left( \frac{R_{\text{С}}}{R_{\text{БК}}} \right)^3 = \left( \frac{7 \cdot 10^8}{6.4 \cdot 10^6} \right)^3 = 1.3 \cdot 10^6$$

### Разбалловка

Правильная формула плотности, как массы деленной на объем - 1 балл

Использование формулы объема шара - 1 балл

Определение плотности Солнца - Красного гиганта - 2 балла

Определение плотности Солнца-Белого карлика - 2 балла

Определение плотности нынешнего Солнца - 1 балл

Определение отношения плотностей либо обратной величины - 1 балл

Итого за задание 8 баллов

### Примечание

Ученик может напрямую написать, что плотность зависит от куба радиуса и использовать знание плотности какого-либо объекта для получения плотности Солнца. В этом случае решение так же засчитывается в полной мере.

**Задание №5 “Соседи”** Звезда Ран ( $\epsilon$  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  $2.5 * 0.31 = 0.775''$  или примерно  $0.78''$ .

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 -  $2.5 * 150$  млн км = 375 млн. км

### Разбалловка.

Определение расстояния до звезды при помощи годичного параллакса = 2 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
Вега - $\alpha$ Lyr	18 <sup>ч</sup> 40 <sup>м</sup>	+39°	74°
Капелла - $\alpha$ Aur	05 <sup>ч</sup> 17 <sup>м</sup>	+46°	81°
Мирам – $\eta$ Per	02 <sup>ч</sup> 50 <sup>м</sup>	+56°	85°
Этамин - $\gamma$ Dra	17 <sup>ч</sup> 56 <sup>м</sup>	+51°	86°
Менкар - $\alpha$ Cct	03 <sup>ч</sup> 02 <sup>м</sup>	+04°	39°
Минтака - $\delta$ Ori	05 <sup>ч</sup> 32 <sup>м</sup>	+00°	35°
Мирзам - $\beta$ CMa	06 <sup>ч</sup> 22 <sup>м</sup>	-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  $\delta < \varphi$ :

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

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 - $\alpha$ Lyr	+39°	74°	55°
Капелла - $\alpha$ Aur	+46°	81°	55°
Мирам - $\eta$ Per	+55°	85°	51°
Этамин - $\gamma$ Dra	+51°	86°	55°
Менкар - $\alpha$ Cet	+04°	39°	55°
Минтака - $\delta$ Ori	+00°	35°	55°
Мирзам - $\beta$ 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  $\eta$  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  $\beta$  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 - 2 балла

Правильно определена ошибочность измерения высоты звезды Мирам  $\eta$  Per - 1 балл

Указано, что наиболее близкая к зениту звезда Мирам  $\eta$  Per - 1 балл

Указано, что звезда с наименьшим временем видимости - Мирзам -  $\beta$  CMa - 1 балл

Верно указана причина допущенной ошибки - 1 балл

Итого за задание 8 баллов