ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Максимальная оценка за работу 53 балла.

Задача 1

Выберите явление, которое зафиксировано на фото.

1. частное солнечное затмение
2. лунное затмение
3. кольцеобразное солнечное затмение
4. **пепельный свет (4 балла)**

Максимальная оценка за задание 4 балла.

Задачи 2-3

На рисунке представлена фотография вспыхнувшей в одном из созвездий Северного полушария неба яркой новой.

2) Выберите из списка название созвездия, в котором она вспыхнула.

1. Кассиопея
2. **Большая Медведица (4 балла)**
3. Большой Ковш
4. Половник
5. Малая Медведица
6. Орион
7. Лебедь
8. Рак
9. Лев

3) Будет ли видна новая невооружённым глазом?

1. **да (2 балла)**
2. нет
3. нельзя выбрать

Максимальная оценка за задание 6 баллов.

Задача 4

Вокруг звезды наблюдается пылевая оболочка. Моделирование показало, что внутренний радиус оболочки равен 2 а. е., а толщина оболочки равна 15 млн км. Чему равен объём пространства, занимаемый оболочкой? Ответ представьте в кубических астрономических единицах (а. е.^{3}).

Решение

Объём шара можно вычислить по формуле $V_ш = 4/3\pi R^3$. Объём оболочки – это объем пространства, заключённый между двумя сферами с единым центром и радиусами, равными внутреннему (R_i) и внешнему ($R_o = R_i + \Delta R$) радиусам оболочки. Можно вычислить объём оболочки как

$$V = \frac{4}{3}\pi\left[(R_i + \Delta R)^3 - R_i^3\right].$$

Поскольку $R_i \gg \Delta R$, то последнюю формулу можно упростить. Раскроем куб суммы:

$$V = \frac{4}{3}\pi\left(R_i^3 + 3R_i^2\Delta R + 3R_i\Delta R^2 + \Delta R^3 - R_i^3\right).$$

Здесь R_i^3 сокращается, а из оставшихся членов тот, который содержит R_i^2, заведомо больше остальных. Таким образом, получаем удобную формулу для вычисления объёма оболочки, чья толщина гораздо меньше радиуса:

$$V = 4\pi R_i^2\Delta R.$$

Толщина оболочки в астрономических единицах равна

$$\Delta R = 15 \cdot 10^6/150 \cdot 10^6 = 0.1\text{а. е.}$$

Подставляем значения:

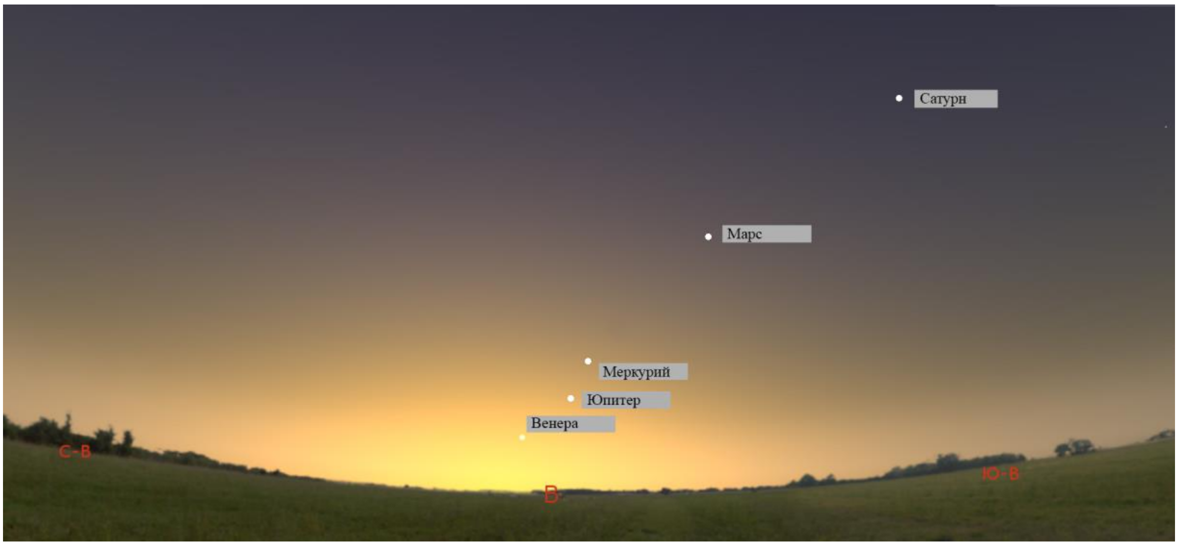
$$V = 4\pi(2\text{а. е.})^2 0.1\text{а. е.} \approx 5\text{а. е.}^3$$

Ответ: 5 (**8 баллов** при ответе в интервале [5; 5,3], остальные ответы – 0 баллов)

Максимальная оценка за задание 8 баллов.

Задача 5-7

Представленная зарисовка была выполнена в средних широтах Северного полушария.



5) Вблизи какой конфигурации находится Юпитер?

1. противостояние
2. восточная квадратура
3. западная квадратура
4. **соединение (4 балла)**

6) В какой месяц была сделана зарисовка?

1. январь
2. май
3. июнь
4. июль
5. **сентябрь (4 балла)**
6. ноябрь
7. декабрь

7) Какое явление запечатлено на зарисовке?

1. **восход Солнца (2 балла)**
2. заход Солнца
3. верхняя кульминация Солнца
4. нижняя кульминация Солнца

Максимальная оценка за задание 10 баллов.

Задача 8-9

На зарисовке, сделанной любителем астрономии по результатам его наблюдений невооружённым глазом, запечатлена Луна и планета.

8) Чему равно угловое расстояние между центром лунного диска и планетой? Ответы выразите в градусах и округлите до десятых, зная, что видимый угловой диаметр лунного диска примерно равен 0,5°.

9) Какие из планет Солнечной системы могли бы быть на этом рисунке?

1. Меркурий
2. Венера
3. Земля
4. Марс
5. Юпитер
6. Сатурн
7. Уран
8. Нептун

Ответ:

8) 1,3 (**6 баллов** за ответ в диапазоне [1,1; 1,5], **5 баллов**, если ответ не округлён, **3 балла** за ответ в диапазоне [1; 1,1))
9) Марс, Юпитер, Сатурн (по **1 баллу** за каждую верную планету, **штраф** 1 балл при выборе неправильной планеты)

Максимальная оценка за задание 9 баллов.

Задача 10-12

Вокруг Солнца по круговым орбитам, лежащим в плоскости эклиптики, обращаются два небесных тела. Период обращения одного равен 200 суткам, а второго – 30 месяцам.

10) Чему равно максимальное угловое расстояние от Солнца, на котором с Земли может наблюдаться первое небесное тело? Ответ приведите в градусах.

11) Чему равно максимальное угловое расстояние от Солнца, на котором с Земли может наблюдаться второе небесное тело? Ответ приведите в градусах.

12) Чему равно максимальное угловое расстояние, на которое может удаляться от Солнца первый объект при наблюдении со второго? Ответ приведите в градусах.

Решение

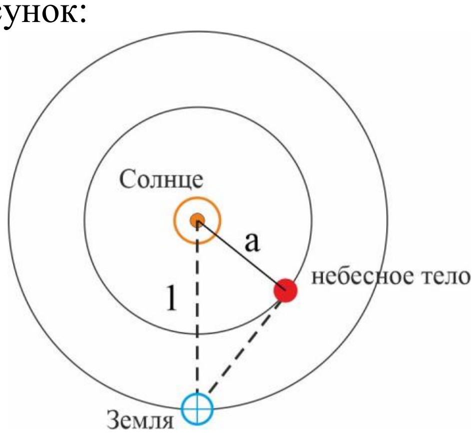
Из условия видно, что период обращения первого тела меньше земного года, а второго – больше. Это говорит о том, что первое тело имеет радиус орбиты меньше 1 а. е., а второе – больше. Поэтому для второго тела мы сразу можем сказать ответ на вопрос задачи – максимальное угловое удаление этого тела от Солнца будет равно 180°.

Воспользуемся 3-м законом Кеплера и определим радиус орбиты a первого тела (при записи формулы мы сразу подставили период обращения Земли вокруг Солнца 1 год и расстояние Земля-Солнце 1 а. е.):

$$\left(\frac{T}{1}\right)^2 = \left(\frac{a}{1}\right)^3$$

Отсюда $a = \sqrt[3]{T^2} = 0{,}67$ а. е. (при вычислениях надо выразить T в годах).

Для внутреннего тела угловое удаление от Солнца максимально во время элонгации. Нарисуем рисунок:



В получившемся прямоугольном треугольнике мы знаем две стороны, а требуется найти угол, противолежащий катету a:

$$sin\alpha = \frac{a}{1} = 0{,}67.$$

Отсюда α ≈ 42°.

При наблюдении со второго объекта ситуация остаётся такой же, но вместо Земли надо в треугольник подставить второй объект. Для вычислений угла надо сначала найти расстояние от Солнца до второго объекта, т.е. величину его большой полуоси a_2. Воспользуемся опять 3-м законом Кеплера: $a_2 = \sqrt[3]{T^2} = 1{,}82$ а. е. (при вычислениях надо выразить T в годах, численный ответ немного зависит от того, как это сделать: $T = 30 / 12$ или $T = 30 \cdot 30 / 365{,}25$). Соответственно, выражение для угла будет:

$$sin\alpha = \frac{a}{a_2} = 0{,}368.$$

Отсюда $\alpha \approx 22°$.

Ответ:

10) 42 (**6 баллов** при ответе в интервале [36,5; 44,5], другие ответы – 0 баллов)
11) 180 (**4 балла** при точном совпадении ответа, другие ответы – 0 баллов)
12) 22 (**6 баллов** при ответе в интервале [18; 23], другие ответы – 0 баллов)

Максимальная оценка за задание 16 баллов.

Максимальная оценка за работу 53 балла.