

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии для 10 класса

(группа № 2)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 49

Задание № 1

Общее условие:

Где-то в России сделали зарисовку части горизонта и отметили на ней несколько положений Солнца на небе 21 июня.



Условие:

Какое явление наблюдалось в это время?

Варианты ответов:

- Закат Солнца
- Восход Солнца
- Невозможно выбрать

Ответ:

- Восход Солнца

Точное совпадение ответа — 1 балл

Решение.

В любом месте нашей страны где наблюдается восход будет видна одинаковая картина: высота Солнца над горизонтом и его азимут будут увеличиваться со временем (иначе говоря, Солнце будет перемещаться по небу вверх и направо). Это мы и наблюдаем на зарисовке.

Условие:

Какая сторона горизонта представлена на зарисовке?

Варианты ответов:

- Юг
- Север
- Восток
- Запад
- Юго-запад
- Юго-восток
- Северо-запад
- Северо-восток

Ответ:

- Северо-восток

Точное совпадение ответа — 1 балл

Решение.

Солнце восходит в восточной половине горизонта, а заходит в западной. Точное положение точки восхода зависит от широты места наблюдения и даты. Судя по зарисовке, Солнце явно вышло из-под горизонта, а небольшой угол движения указывает на относительно высокие широты. Дата 21 июня соответствует дню летнего солнцестояния. Это значит, что Солнце в Северном полушарии (по условию зарисовка сделана в России) больше половины суток проводит над горизонтом. Суточная параллель Солнца делится точками восхода и захода на неравные части, причём над горизонтом находится большая часть суточного пути Солнца. Это значит, что Солнце восходит в северо-восточной части горизонта и заходит в северо-западной части.

Условие:

С какой угловой скоростью происходит видимое суточное движение Солнца? Ответ дайте в градусах/час, годичным движением можно пренебречь.

Ответ: принимается в интервале [14.9; 15]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Угловая скорость видимого движения Солнца легко вычисляется из того факта, что за одни сутки оно перемещается примерно на 360 градусов, делая почти полный круг по небу (мы пренебрегаем смещением Солнца за счет движения Земли по орбите, которое составляет около 1 градуса в сутки). Угловая скорость будет равна $360^{\circ}/24\text{ч} = 15^{\circ}/\text{ч}$.

Условие:

Сколько времени прошло между первым и последним положением Солнца на зарисовке? Ответ выразите в часах.

Ответ: принимается в интервале [0.36; 0.46]

Точное совпадение ответа — 4 балла

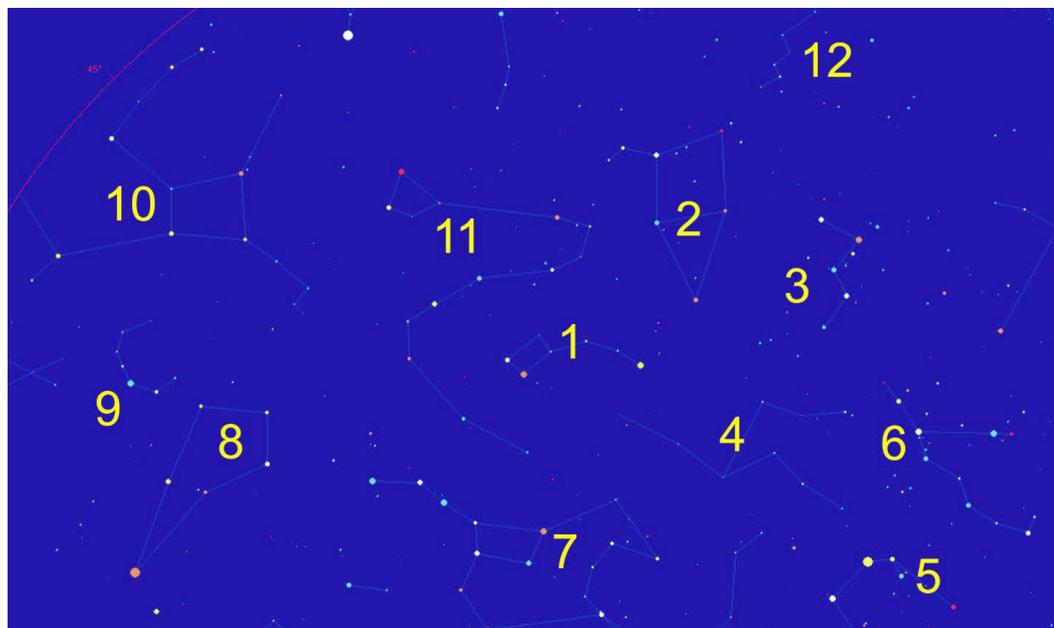
Решение.

Как видно из рисунка, между каждым из нарисованных дисков Солнца можно разместить ещё по одному диску. Угловые размеры диска Солнца хорошо известны — $0,5^{\circ}$. Это значит, что угловое расстояние между первым и последним положением Солнца на рисунке равно 6° . Зная угловую скорость движения Солнца, можно вычислить время, прошедшее между зарисовками: $6 / 15 = 0,4$ ч.

Задание № 2

Условие:

Из всех отмеченных на карте созвездий лишь 8 представлены в списке ниже. Сопоставьте их названия и номера.



| | |
|----------------------|----|
| А. Малая Медведица | 1 |
| Б. Большая Медведица | 2 |
| В. Цефей | 3 |
| Г. Персей | 4 |
| Д. Волопас | 5 |
| Е. Северная Корона | 6 |
| Ж. Геркулес | 7 |
| З. Кассиопея | 8 |
| | 9 |
| | 10 |
| | 11 |
| | 12 |

Ответ:

А – 1, Б – 7, В – 2, Г – 6, Д – 8, Е – 9, Ж – 10, З – 3

Каждое верное соотнесение — 1 балл.

Максимальный балл за задание — 8

Задание № 3

Условие

Солнечной постоянной называют количество энергии, падающей на поверхность площадью $S=1 \text{ м}^2$, расположенную перпендикулярно направлению на Солнце. Измеряют эту величину за пределами земной атмосферы. Для Земли солнечная постоянная равна 1380 Вт/м^2 . Чему равна солнечная постоянная на орбите Нептуна в этих же единицах? Данные о планетах приведены в таблице, орбиты планет считать круговыми.

| Планета | Масса, кг | Радиус, км | Большая полуось орбиты, млн км | Орбитальный период, сутки | Период осевого вращения, ч | Наклон орбиты, ° |
|---------|-------------------|------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------|
| Земля | $6 \cdot 10^{24}$ | 6 400 | 149,6 | 365,26 | 23,934 | 0 |
| Нептун | 10^{26} | 24 700 | 4 504,3 | 60 189 | 16,11 | 1,77 |

Ответ: принимается в интервале [1,49;1,55]

Точное совпадение ответа — 8 баллов

Решение.

Известно, что падение освещённости E с увеличением расстояния R от источника света происходит по закону $E \sim \frac{1}{R^2}$. Расстояние от Солнца до Нептуна в $\left(\frac{4504,3}{149,6}\right) = 30,11 \approx 30$ раз больше, чем от Солнца до Земли. Значит освещённость (и солнечная постоянная) на орбите Нептуна примерно в 900 раз меньше и равна $\frac{1380}{900} \approx 1,5 \text{ Вт/м}^2$. Допускаются отклонения от ответа, связанные с округлением.

Задание № 4.1.

Условие:

26 июня на Земле наблюдалось частное солнечное затмение. На какое число попадает ближайшее к этой дате новолуние?

Варианты ответов:

- 27 мая
- 12 июня
- 26 июня
- 10 июля
- 27 июля

Ответ:

- 26 июня

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Солнечные затмения наблюдаются во время новолуний. Значит, ближайшее новолуние попадает на 26 июня — дату затмения.

Задание № 4.2.

Условие:

21 июня на Земле наблюдалось частное солнечное затмение. На какое число попадает ближайшее к этой дате новолуние?

Варианты ответов:

- 22 мая
- 17 июня
- 21 июня
- 7 июля
- 22 июля

Ответ:

- 21 июня

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Аналогично решению Задания № 4.1.

Задание № 4.3.

Условие:

26 апреля на Земле наблюдалось частное солнечное затмение. На какое число попадает ближайшее к этой дате новолуние?

Варианты ответов:

- 28 марта
- 26 апреля
- 12 мая
- 25 мая
- 10 июня

Ответ:

- 26 апреля

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Аналогично решению Задания № 4.1.

Задание № 4.4.

Условие:

18 июня на Земле наблюдалось частное солнечное затмение. На какое число попадает ближайшее к этой дате новолуние?

Варианты ответов:

- 19 мая
- 3 июня
- 18 июня
- 1 июля
- 19 июля

Ответ:

- 18 июня

Точное совпадение ответа — 3 балла

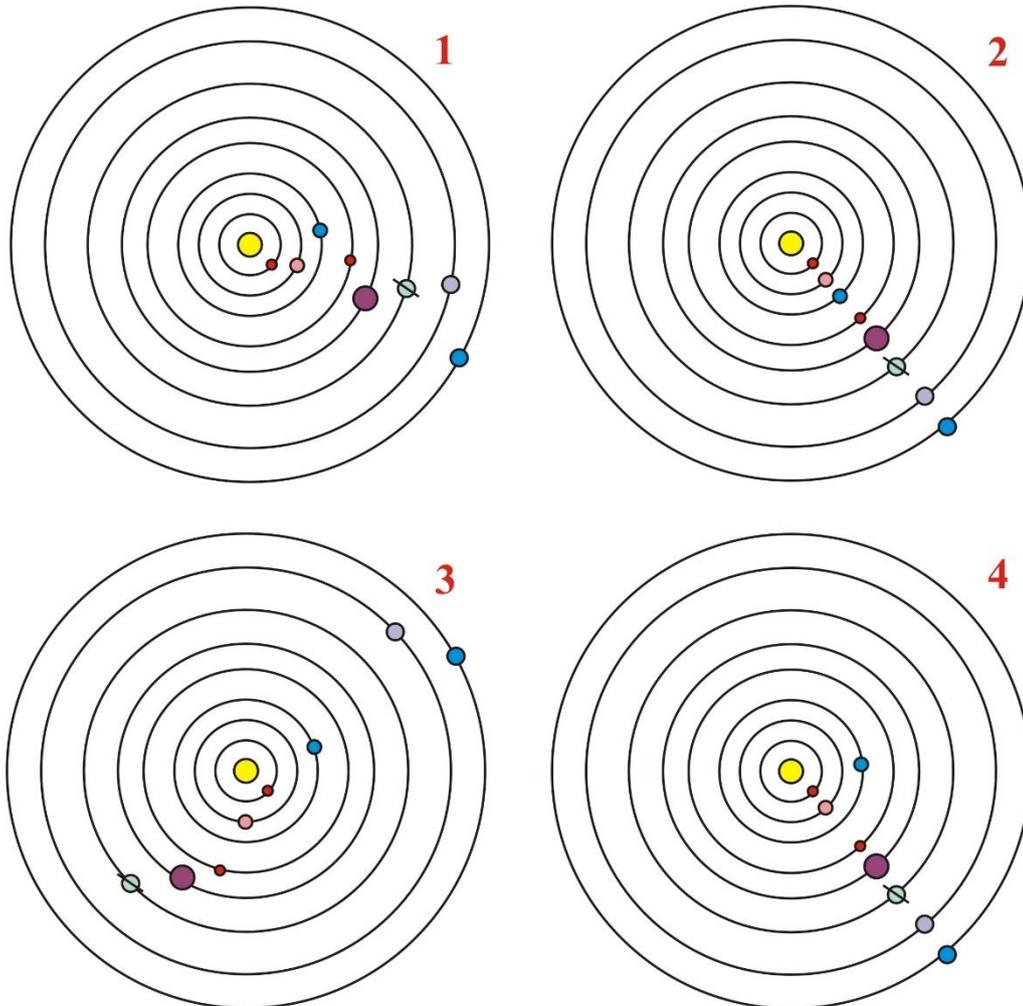
Решение.

Аналогично решению Задания № 4.1.

Задание № 5

Условие:

Парадом планет называют явление, при котором все яркие (известные с древности) планеты располагаются на земном небе близко друг к другу. Выберите картинку, расположение планет на которой наилучшим образом соответствует данному выше определению.



Варианты ответов

- Рисунок 1
- Рисунок 2
- Рисунок 3
- Рисунок 4

Ответ:

- Рисунок 3

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Решение.

Сразу оговоримся, что будем рассматривать положения только пяти планет: Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна (именно они известны с древних времён). На всех рисунках Земля представлена синим кружком — она третья планета от Солнца. Рассмотрим рисунки и представим, как были бы распределены планеты на небе Земли для положений планет на орбитах, представленных на рисунках.

Для рисунков 1 и 4 положения планет на небе будут примерно одинаковыми — они раскинутся в широкой области: если представить себя стоящим на земле в этот момент и указать на Меркурий правой рукой (будем считать, что Солнце только что зашло), то левую руку, отмечающую положение Сатурна, надо будет отставить примерно под прямым углом к правой.

На рисунке 2 две внутренние планеты (Венера и Меркурий) находятся в соединении с Солнцем, а 3 внешние — в противостоянии. Т.е. на земном небе их будет разделять угол в 180 градусов.

И только на рисунке 3 все яркие планеты будут располагаться для земного наблюдателя в одной области неба — недалеко от Солнца (наблюдать их все можно будет после его захода).

Задание № 6.1.

Условие:

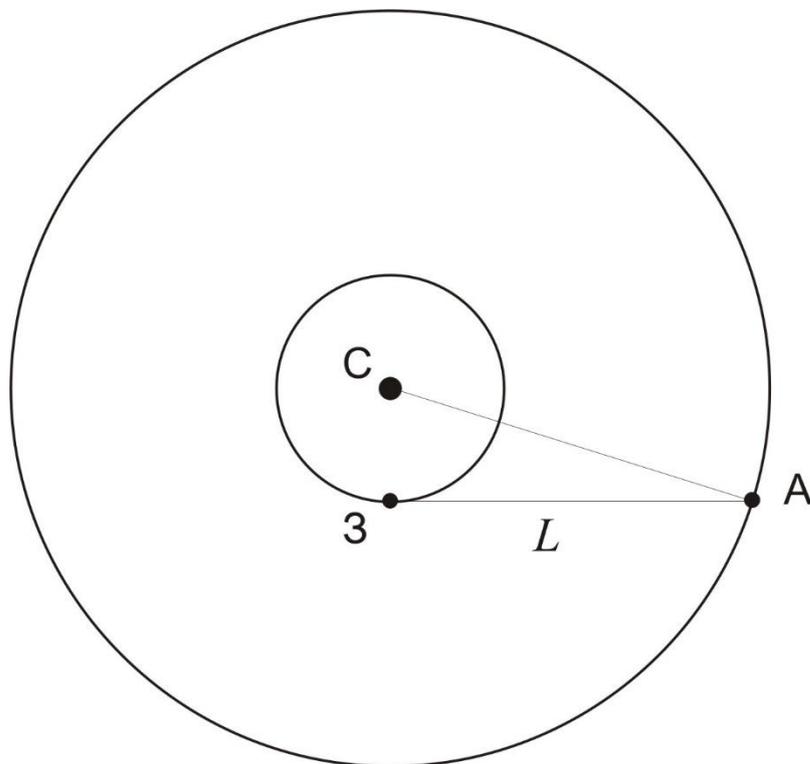
Чему равно расстояние до астероида, наблюдающегося с Земли в квадратуре, если он имеет круговую орбиту с большой полуосью $a = 5$ а.е.? Ответ округлите до десятых и приведите его в астрономических единицах.

Ответ: принимается в интервале [4.89; 4.9]

Точное совпадение ответа — 8 баллов

Решение.

Для указанной конфигурации можно нарисовать прямоугольный треугольник с вершинами в Солнце, Земле и астероиде и прямым углом при Земле. Тогда катет СЗ равен 1 а.е., а гипотенуза СА равна 5 а.е. Из теоремы Пифагора легко найти второй катет — искомое расстояние: $L = \sqrt{5^2 - 1^2} \approx 4,9$.



Задание № 6.2.

Условие:

Чему равно расстояние до астероида, наблюдающегося с Земли в квадратуре, если он имеет круговую орбиту с большой полуосью $a = 4,5$ а.е.? Ответ округлите до десятых и приведите его в астрономических единицах.

Ответ: принимается в интервале [4.38; 4.4]

Точное совпадение ответа — 8 баллов

Решение.

Аналогично решению Задания № 6.1.

Задание № 6.3.

Условие:

Чему равно расстояние до астероида, наблюдающегося с Земли в квадратуре, если он имеет круговую орбиту с большой полуосью $a = 4,7$ а.е.? Ответ округлите до десятых и приведите его в астрономических единицах.

Ответ: принимается в интервале [4.59; 4.6]

Точное совпадение ответа — 8 баллов

Решение.

Аналогично решению Задания № 6.1.

Задание № 7

Условие:

Расставьте в порядке увеличения высоты над горизонтом следующие точки для наблюдателя, находящегося в Северном полушарии Земли на широте 50° .

Варианты для сопоставления:

- | | |
|---|---|
| 1 | Зенит |
| 2 | Солнце в полдень в день равноденствия |
| 3 | Солнце в полдень в день зимнего солнцестояния |
| 4 | Солнце в полдень в день летнего солнцестояния |
| 5 | Надир |
| 6 | Полярная звезда |

Ответ:

- 1 – Надир
2 – Солнце в полдень в день зимнего солнцестояния
3 – Солнце в полдень в день равноденствия
4 – Полярная звезда
5 – Солнце в полдень в день летнего солнцестояния
6 – Зенит

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Надир и зенит занимают первое и последнее места в списке по определению. Высоту Солнца в каждую из указанных дат можно определить точно: высота в верхней кульминации определяется по формуле $h = 90 - \varphi + \delta$, причём склонение Солнца меняется от $-23,5^\circ$ до $+23,5^\circ$ от зимнего солнцестояния к летнему. Подстановка соответствующих склонений даёт высоты $16,5^\circ$, 40° и $63,5^\circ$ для зимнего солнцестояния, равноденствия и летнего солнцестояния. Высота Полярной звезды, как известно, примерно равна широте места наблюдения, т.е. 50° . Сопоставив числа можно сделать сортировку.

Задание № 8

Условие

Параллакс звезды равен $p = 0,1''$. Чему равно расстояние до звезды (в парсеках)?

Ответ: 10

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Найдём расстояние до звезды: $d = \frac{1}{p} = 10$ пк.

Условие

Сколько раз можно уложить диаметр земной орбиты по пути до этой звезды?

Ответ: принимается значение в интервале [950000; 1100000]

Точное совпадение ответа — 3 баллов

Решение.

Диаметр земной орбиты равен 2 а.е. Переведём парсеки в астрономические единицы. Это можно сделать самыми разными способами. Самый надёжный — вспомнить определение парсека (это расстояние, с которого радиус земной орбиты виден под углом в $1''$) и перевести его в язык математики: $\operatorname{tg} 1'' = \frac{1 \text{ а.е.}}{1 \text{ пк}}$. Помня, что тангенс малого угла равен самому углу, выраженному в радианной мере, получим, что $1 \text{ пк} \approx 206265 \text{ а.е.}$ Отсюда легко получить, что в 10 пк орбита Земли поместится $206265 \cdot 10 / 2 \approx 1$ млн раз.

P.S. Величину 206265 (или более точное значение 206264.8 — число угловых секунд в радиане или астрономических единиц в парсеке) можно считать константой и не выводить её значение каждый раз при решении задач.