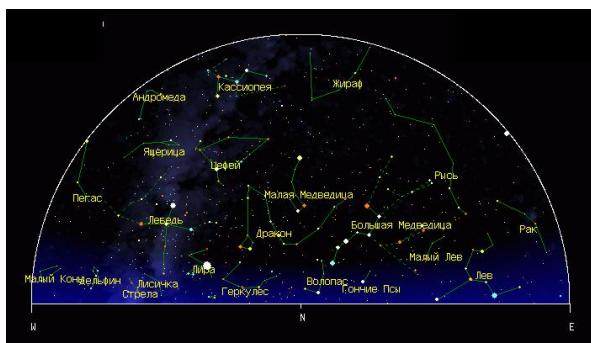


**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
АСТРОНОМИЯ. 2025–2026 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 8 КЛАСС**

ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Максимальный балл за работу – 97.

Задача 1. На рисунках* показаны 4 вида звёздного неба, зарисованные на широте Москвы для одной ночи. Расположите эти рисунки в правильном хронологическом порядке.



A



B



B



Г

Ответ: ГАБВ

Критерии оценивания: верная последовательность +8 баллов.

Всего за задачу 8 баллов.

Задача 2. Скорость орбитального движения астероида равна 19.2 км/с. Выразите эту скорость в единицах а. е. / год. Ответ округлите до сотых.

Ответ: 4.04

Критерии оценивания: попадание в интервал [4.0, 4.06] +9 баллов.

Всего за задачу 9 баллов.

* Источник изображений: сайт astronet.ru

Решение

Искомая величина численно равна расстоянию, которое пролетает астероид по своей орбите за год, выраженному в астрономических единицах. В году $365.25 \cdot 24 \cdot 3600 = 31\ 557\ 600$ с. За это время астероид пролетит 605 905 920 км. В 1 а. е. 150 млн км, следовательно, он пролетит примерно 4.04 а. е. Значит, скорость будет равна 4.04 а. е. / год.

Задачи 3-4. У оформителя сайта с прогнозом погоды на 2 недели для Москвы перемешались картинки для разных дней с временем восхода/захода Солнца и соответствующие этим датам изображения фаз Луны.

3. Сопоставьте эти картинки друг другу, имея в виду, что речь идёт о второй половине года.

Ответ:

	восход 05:53 заход 18:56	
	восход 05:59 заход 18:48	
	восход 06:03 заход 18:44	
	восход 06:06 заход 18:39	
	восход 06:12 заход 18:31	
	восход 06:20 заход 18:19	

Критерии оценивания: точное совпадение с ответом +6 баллов.

4. Для какого месяца составлялся календарь?

- июнь
- июль
- август
- **сентябрь**
- ноябрь
- декабрь

Критерии оценивания: верный выбор +4 балла.

Всего за задачу 10 баллов.

Решение

Представленные моменты восхода Солнца должны составлять непрерывную последовательность (или увеличиваться от картинки к картинке или уменьшаться), т. к. по условию они записаны для одного месяца. Исключением могут являться окрестности дней солнцестояния, но время восхода (примерно 6 ч утра) и продолжительность дня (примерно 12 ч) соответствуют равноденствиям.

Поскольку речь в условии идёт о второй половине года, то мы должны выбрать последовательность дней, в которой время восхода Солнца будет постоянно увеличиваться, а продолжительность суток – уменьшаться. Теперь можно выстроить и последовательность приведённых лунных фаз.

Речь в условии идёт об относительно коротком временном интервале в 2 недели, и за это время должны поменяться фазы таким образом, чтобы включить в последовательность их смены как молодую Луну на фото,



так и фазу перед полнолунием, и само полнолуние. Это возможно только в том случае, если мы будем рассматривать последовательность в указанном порядке – от молодой Луны к полной и далее к фазе последней четверти. В противном случае, перебор всех приведённых фаз займет почти месяц.



Тогда молодой Луне будет соответствовать время восхода Солнца 5 ч 53 м.



Следующая за ней – Луна в первой четверти и т.д.



до стареющей Луны на фото с соответствующим временем восхода Солнца 6 ч 20 м.



На второй вопрос задачи мы уже ответили – речь идёт о равноденствии, попадающем во вторую половину года, т. е. о сентябре.

Задача 5. Весной 1910 г. комета Галлея проходила ближайшую к Солнцу точку своей орбиты – перигелий. В это время комета оказалась ближе к Солнцу, чем Земля, и наша планета прошла через хвост кометы.

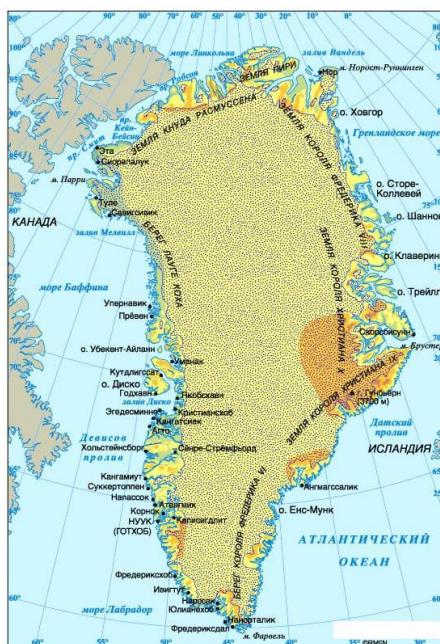
В результате этого (выберите все верные ответы):

- В какой-то момент на Земле стало заметно светлее.
 - В какой-то момент на Земле стало заметно темнее.
 - **Яркость неба не поменялась.**
 - Произошло выпадение кометных ядер, фрагменты которых теперь хранятся во многих музеях мира.
 - В населённых пунктах, обращённых к голове кометы, стало трудно дышать из-за попавших в атмосферу кометных газов.

Критерии оценивания: точное совпадение с ответом +4 балла.

Всего за задачу 4 балла.

Задача 6. Перед вами географическая карта Гренландии*. Радиус Земли считать равным 6400 км.



Чему равны географические координаты острова Ховгор, расположенного на северо-востоке? Ответ приведите в градусах, округлите до целого.

Ответ: 80 с.ш., 18 з.д.

Критерии оценивания: совпадение с ответом для широты +2 балла, попадание в интервал для долготы [17, 20] +2 балла.

* Источник изображения сайт <http://planetolog.ru/map-country.php?country=GL>

Чему равно расстояние от острова Ховгор до северного полюса Земли?
Ответ приведите в километрах.

Ответ: 1117

Критерии оценивания: попадание в интервал [1090, 1140] +5 баллов.

Чему равно расстояние от острова Ховгор до южного полюса Земли?
Ответ приведите в километрах.

Ответ: 18989

Критерии оценивания: попадание в интервал [18570, 19420] +5 баллов.

Всего за задачу 14 баллов.

Решение

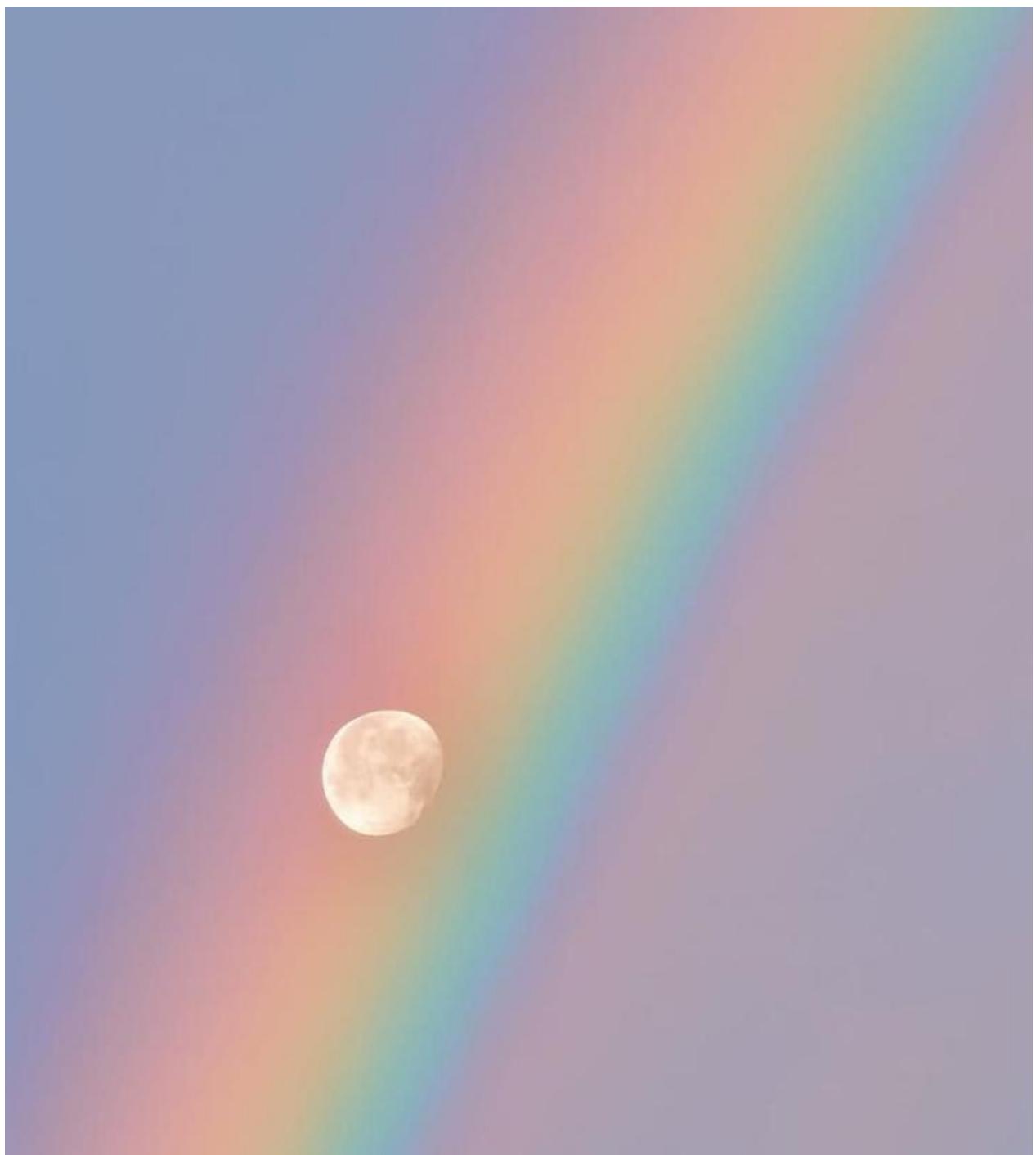
Посмотрев на карту, легко ответить на первый вопрос. Остров Ховгор имеет координаты $\phi = 80^\circ$ с. ш., $\lambda = 18^\circ$ з. д. Из-за сходимости меридианых кругов к полюсам точно по карте определить долготу не представляется возможным. Поэтому допустимы ответы в диапазоне от 17° до 19° .

Широта северного полюса Земли равна 90° . Соответственно, северный полюс и остров Ховгор разделяют 10° . Полная длина любого меридиана равна половине длины окружности радиуса R : $\pi R = \pi \cdot 6400 = 20106$ км. При этом широта меняется от полюса до полюса, т. е. на 180° . Отсюда длина 1° меридиана равна: $20106 / 180 = 111.7$ км.

Теперь можно найти расстояние от северного полюса Земли до острова Ховгор: $10 \cdot 111.7 = 1117$ км.

Расстояние от южного полюса до острова Ховгор: $20106 - 1117 = 18989$ км.

Задача 7. Известно, что радуга – это атмосферное явление, вызванное преломлением солнечного света капельками воды, висящими в воздухе. Радуга представляет собой дугу, являющуюся частью окружности диаметром 84° . Размер видимой части этой окружности зависит от высоты Солнца над горизонтом.



Чему равно угловое расстояние между Луной и Солнцем в момент получения фотографии (выберите наиболее близкий ответ)?

- 10°
- 23.5°
- 36.6°
- 42°
- 53°
- 84°
- 90°
- 118°
- 138°
- 180°

Критерии оценивания: верный выбор +5 баллов.

Какая фаза Луны наступит первой?

- новолуние
- первая четверть
- полнолуние
- последняя четверть

Критерии оценивания: верный выбор +5 баллов.

Всего за задачу 10 баллов.

Решение

Во время наблюдения радуги всегда выполняется условие – угловое расстояние между Солнцем и центром равно 180° . Так как радиус дуги радуги равен 42° , а Луна на фото попадает точно на радужное кольцо, то угловое расстояние между Солнцем и Луной будет примерно равно $180^\circ - 42^\circ = 138^\circ$.

Мы видим на фотографии стареющую почти полную Луну. Это значит, что раньше других Луна окажется в последней четверти.

Задачи 8-10. На фотографии запечатлён момент пролёта самолёта по диску небесного тела во время затмения.



8. Какое затмение представлено на фотографии?

- частная фаза теневого лунного затмения
- полутеневое лунное затмение
- **частная фаза солнечного затмения**
- полная фаза солнечного затмения
- невозможно определить

Критерии оценивания: совпадение с ответом +2 балла.

9. Фаза затмения, запечатлённого на фотографии, равна закрытой доле диаметра светлого диска. Чему равна фаза затмения на фотографии? Ответ округлите до десятых.

Ответ: 0.4

Критерии оценивания: совпадение с ответом +5 баллов; ответ 0.3 и не округлённые до десятых ответы из интервала [0.3, 0.45] оцениваются в +3 балла.

10. Известно, что угловой диаметр светлого диска на фотографии равен $32'$, длина фюзеляжа самолёта равна 40 м, а направление его полёта совпадает с картинной плоскостью. Считая, что самолёт только что коснулся края светлого диска, определите расстояние до него. Ответ выразите в километрах, округлите до целых.

Ответ: 19

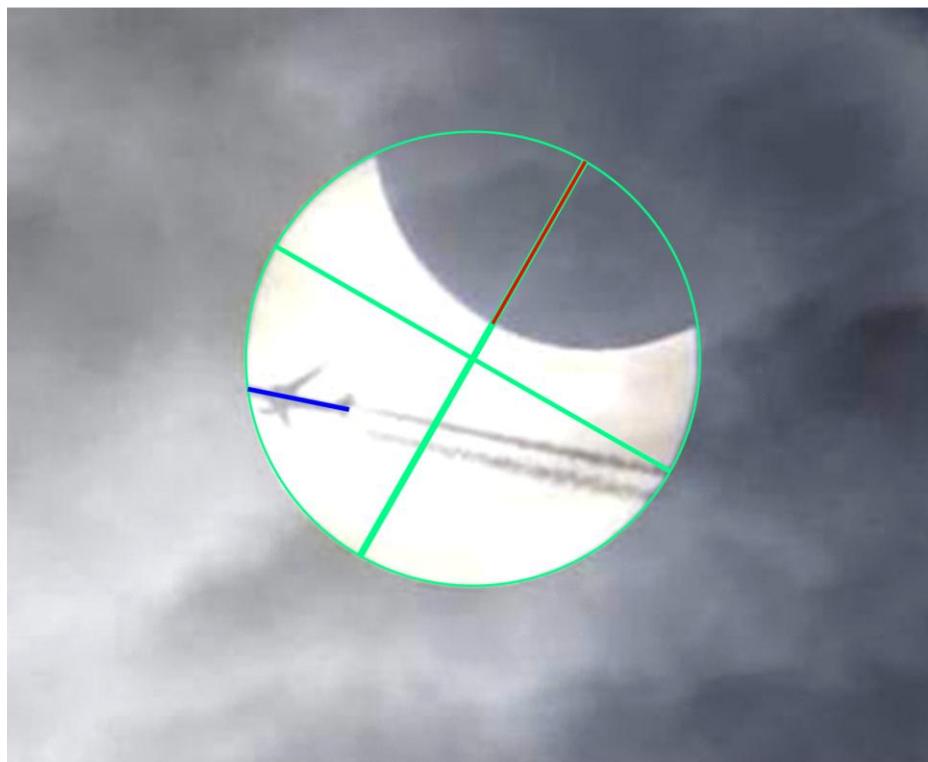
Критерии оценивания: попадание в интервал [17, 21] +7 баллов; не округлённые до целых ответы из интервала [17, 21] оцениваются в +5 баллов.

Всего за задачу 14 баллов.

Решение

На фотографии приведена частная фаза солнечного затмения. Для определения фазы затмения вычислим отношение длины части диаметра Солнца, закрытой Луной (красный отрезок на рисунке), к полной длине диаметра. Для определения длины красного отрезка удобнее измерить дополнительный к нему отрезок диаметра.

Длина красного отрезка составляет примерно $5/6 \dots 4/5$ от радиуса диска Солнца или $5/12 \dots 4/10$ от длины его диаметра. Значит, фаза примерно равна 0.4.



Самолёт пролетает на фоне солнечного диска, который имеет угловой диаметр $32'$ или $32 / 60 / 57.29 \approx 0.00931$ радиан. Найдём угловой размер фюзеляжа самолёта. Для этого определим, сколько раз он помещается на диаметре диска Солнца. Точное измерение даёт ответ 4.4 раза. То есть угловой размер самолёта $0.00931 / 4.4 \approx 0.00212$ радиан. Зная эту величину и геометрический размер корпуса 40 метров, можно найти расстояние до самолёта: $40 / 0.00212 \approx 18900$ м или примерно 19 км.

Матрица параметров и ответов к вариантам задачи 10.

Вариант	Длина фюзеляжа самолёта, м	Ответ на вопрос 10	Критерии оценивания
2	30	14	попадание в интервал [12, 16] +7 баллов; не округлённые до целых ответы из интервала [12, 16] +5 баллов
3	54	25	попадание в интервал [23, 27] +7 баллов; не округлённые до целых ответы из интервала [23, 27] +5 баллов

Задачи 11-14. В некоторый момент времени где-то на широте Москвы ($\phi = 56^\circ$ с. ш.) вблизи верхней кульминации под утро наблюдались расположенные точно на небесном экваторе звёзды А (прямое восхождение $\alpha=12^{\text{h}}\ 12^{\text{m}}$), Б (прямое восхождение $\alpha=12^{\text{h}}\ 15^{\text{m}}$), В (прямое восхождение $\alpha=12^{\text{h}}\ 16^{\text{m}}$) и Г (прямое восхождение $\alpha=12^{\text{h}}\ 30^{\text{m}}$).

11. На какой высоте наблюдалась верхняя кульминация звезды А? Ответ выразите в градусах.

Ответ: 34

Критерии оценивания: совпадение с ответом +5 баллов.

12. Чему равно склонение этих звёзд?

- 0°
- 10°
- -10°
- 23°
- -23°
- 90°
- Невозможно указать сразу для всех, т. к. склонение у них будет разным.

Критерии оценивания: верный выбор +3 балла.

13. Какая из этих звёзд на следующий день в этом же пункте наблюдения взойдёт первой?

- A
- Б
- В
- Г
- Не взойдёт ни одна из указанных звёзд.

Критерии оценивания: верный выбор +3 балла.

14. Расставьте объекты в порядке их восхода на следующий день.

Ответ: АБВГ

Критерии оценивания: верная последовательность +3 балла.

Всего за задачу 14 баллов.

Решение

По условию звёзды находятся точно на небесном экваторе. Это значит, что склонение у них у всех равно 0° . Зная склонение и широту места наблюдения, можно ответить на первый вопрос задачи:

$$h = 90 - \varphi + \delta = 90 - 56 = 34^\circ.$$

Звёзды, расположенные на экваторе, восходят в одной точке горизонта – в точке востока. Раньше восходят звёзды, имеющие меньшее прямое восхождение. Таким образом, первой взойдёт звезда А, затем Б, В, Г.

Матрица параметров и ответов к вариантам задачи 11.

Вариант	Город	Широта	Ответ на вопрос 11
2	Кандалакша	67° с. ш.	23
3	Сыктывкар	62° с. ш.	28
4	Вологда	59° с. ш.	31
5	Иваново	57° с. ш.	33

Задача 15. Вокруг звезды Сол по круговым орбитам обращается 5 планет. Жители этой планетной системы выбрали в качестве единицы измерения времени период обращения вокруг Сола самой близкой к нему планеты. Период обращения каждой следующей планеты в 2 раза больше периода предыдущей.

Во сколько раз отличаются радиусы орбит пятой и второй планеты?

Ответ: 4

Критерии оценивания: совпадение с ответом +8 баллов.

Во сколько раз отличаются скорости орбитального движения второй и пятой планеты?

Ответ: 2

Критерии оценивания: совпадение с ответом +6 баллов.

Всего за задачу 14 баллов.

Решение

Выпишем периоды обращения всех планет системы Солнца: 1, 2, 4, 8, 16 условных единиц. Воспользуемся упрощённой записью 3-го закона Кеплера:

$$\left(\frac{a_1}{a_2}\right)^3 = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^2,$$

где a – радиус орбиты планеты, P – период обращения. Подставим числа в формулу:

$$\left(\frac{a_5}{a_2}\right)^3 = \left(\frac{16}{2}\right)^2 = 64.$$

Отсюда искомое отношение радиусов равно $\sqrt[3]{64} = 4$.

Для ответа на второй вопрос задачи можно записать известное выражение, что скорость равна «путь» разделить на «время». В нашем случае, «путь» – это длина окружности орбиты $2\pi a$, а «время» – период обращения планеты. Тогда скорость это $\frac{2\pi a}{P}$, а отношение скоростей 2-й и 5-й планет будет равно $\frac{a_2 P_5}{P_2 a_5}$. Отношение периодов этих планет $16 / 2 = 8$, отношение радиусов $1 / 4$. Значит, искомое отношение скоростей будет равно 2.

Для решения можно использовать готовое выражение для скорости движения по круговой орбите: $V \propto \sqrt{\frac{1}{R}}$ и сразу получить ответ 2.

Максимальный балл за работу – 97.