

Всероссийская олимпиада школьников 2023/2024 учебного года

Школьный этап

Астрономия

Разбор заданий

8-9 классы

Особенности комплекта задач:

1. Комплект содержит 10 поставленных задач.
 2. На решение задач школьного этапа школьникам отводится 50 минут.
 3. Задачи оцениваются 5-26 баллами.
 4. Максимально возможный балл в данной параллели – 100.
-
-

Блок заданий №1. «Качественные задачи начального уровня»

Задание №1.К.1. «Яркая звезда и примечательное созвездие (11 баллов)»

Общее условие: На рис. 1 представлен фрагмент звездной карты, содержащий одно созвездие.

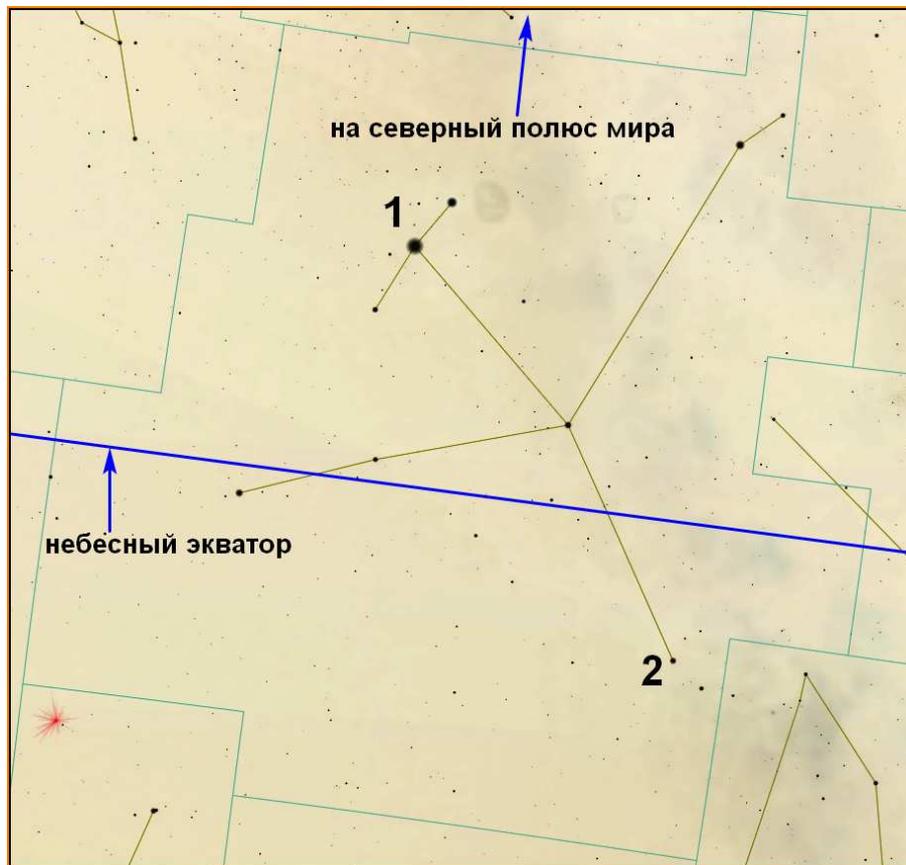


Рис. 1. Фрагмент звездной карты.

1. Выбор одного из списка

Условие: Как называется это созвездие?

Варианты ответов:

1. Телец,
2. Пегас,
3. Волопас,
4. Орел,
5. Большая Медведица,
6. Андромеда,
7. Лира,
8. Орион,
9. Цефей,
10. Лебедь

Правильный ответ: Орел.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: К какой группе созвездий его можно отнести?

Варианты ответов:

1. Созвездия Северной полусферы небосвода,
2. Созвездия Южной полусферы небосвода,

3. Экваториальные созвездия

Правильный ответ: Экваториальные созвездия.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: Как называется звезда, обозначенная цифрой «1» на рис. 1?

Варианты ответов:

1. Альферац,
2. Аламак,
3. Ригель,
4. Капелла,
5. Вега,
6. Арктур,
7. Денеб,
8. Альтаир,
9. Альдебаран,
10. Антарес

Правильный ответ: Альтаир.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

4. Выбор одного из списка

Условие: Что вы можете сказать о значениях склонений (δ_1 и δ_2) звезд «1» и «2»?

Варианты ответов:

1. $\delta_1 > 0$ и $\delta_2 > 0$,
2. $\delta_1 > 0$ и $\delta_2 = 0$,
3. $\delta_1 > 0$ и $\delta_2 < 0$,
4. $\delta_1 = 0$ и $\delta_2 > 0$,
5. $\delta_1 = 0$ и $\delta_2 = 0$,
6. $\delta_1 = 0$ и $\delta_2 < 0$,
7. $\delta_1 < 0$ и $\delta_2 > 0$,
8. $\delta_1 < 0$ и $\delta_2 = 0$,
9. $\delta_1 < 0$ и $\delta_2 < 0$

Правильный ответ: $\delta_1 > 0$ и $\delta_2 < 0$.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Возможное Решение.

1. Можно легко заметить, что главный астеризм созвездия напоминает "парящую птицу". Именно такой астеризм принадлежит созвездию Орла.

2. Согласно определению, экваториальным созвездием называется такое созвездие, через которое проходит небесный экватор. Из рисунка видно, что небесный экватор пересекает данное созвездие. Значит созвездие Орла относится к экваториальным созвездиям.

3. Очевидно, цифрой "1" отмечена самая яркая звезда созвездия (она отмечена на рисунке самой жирной точкой). Самой яркой звездой созвездия Орла является Альтаир.

4. На рисунке указано стрелкой направление на Северный полюс мира. Склонение звезды – это координата, отсчитываемая от небесного экватора вдоль круга склонения звезды и являющаяся положительной величиной, если направление ее отсчета совпадает с направлением на Северный полюс мира, в противном случае – отрицательной величиной. Значит склонение звезды "1" положительное, а значение склонения звезды "2" – отрицательное. Правильный ответ: $\delta_1 > 0$ и $\delta_2 < 0$.

В достоверности приведенных известных фактов можно легко убедиться самому, воспользовавшись современной картой звездного неба или виртуальным компьютерным планетарием.

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №1.К.2. «Яркая звезда и примечательное созвездие (11 баллов)»

Общее условие: На рис. 1 представлен фрагмент звездной карты, содержащий одно созвездие.



Рис. 2. Фрагмент звездной карты.

1. Выбор одного из списка

Условие: Как называется это созвездие?

Варианты ответов:

1. Телец,
2. Пегас,
3. Волопас,
4. Орел,
5. Большая Медведица,
6. Андромеда,
7. Лира,
8. Орион,
9. Цефей,
10. Лебедь

Правильный ответ: Орион.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: К какой группе созвездий его можно отнести?

Варианты ответов:

1. Созвездия Северной полушеры небосвода,

2. Созвездия Южной полусферы небосвода,
3. Экваториальные созвездия

Правильный ответ: Экваториальные созвездия.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: Как называется звезда, обозначенная цифрой «1» на рис. 1?

Варианты ответов:

1. Альферац,
2. Аламак,
3. Ригель,
4. Капелла,
5. Вега,
6. Арктур,
7. Денеб,
8. Бетельгейзе,
9. Альдебаран,
10. Антарес

Правильный ответ: Бетельгейзе.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

4. Выбор одного из списка

Условие: Что вы можете сказать о значениях склонений (δ_1 и δ_2) звезд «1» и «2»?

Варианты ответов:

1. $\delta_1 > 0$ и $\delta_2 > 0$,
2. $\delta_1 > 0$ и $\delta_2 = 0$,
3. $\delta_1 > 0$ и $\delta_2 < 0$,
4. $\delta_1 = 0$ и $\delta_2 > 0$,
5. $\delta_1 = 0$ и $\delta_2 = 0$,
6. $\delta_1 = 0$ и $\delta_2 < 0$,
7. $\delta_1 < 0$ и $\delta_2 > 0$,
8. $\delta_1 < 0$ и $\delta_2 = 0$,
9. $\delta_1 < 0$ и $\delta_2 < 0$

Правильный ответ: $\delta_1 > 0$ и $\delta_2 < 0$.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Задание №2.К.1. «Дневные пути Солнца по небосводу в течение года (11 баллов)»

Общее условие: На рис. 3 представлены пограничные суточные параллели (А и С), которые описывает Солнце лишь один раз в течение года, и срединная параллель В, для жителя средних северных широт.

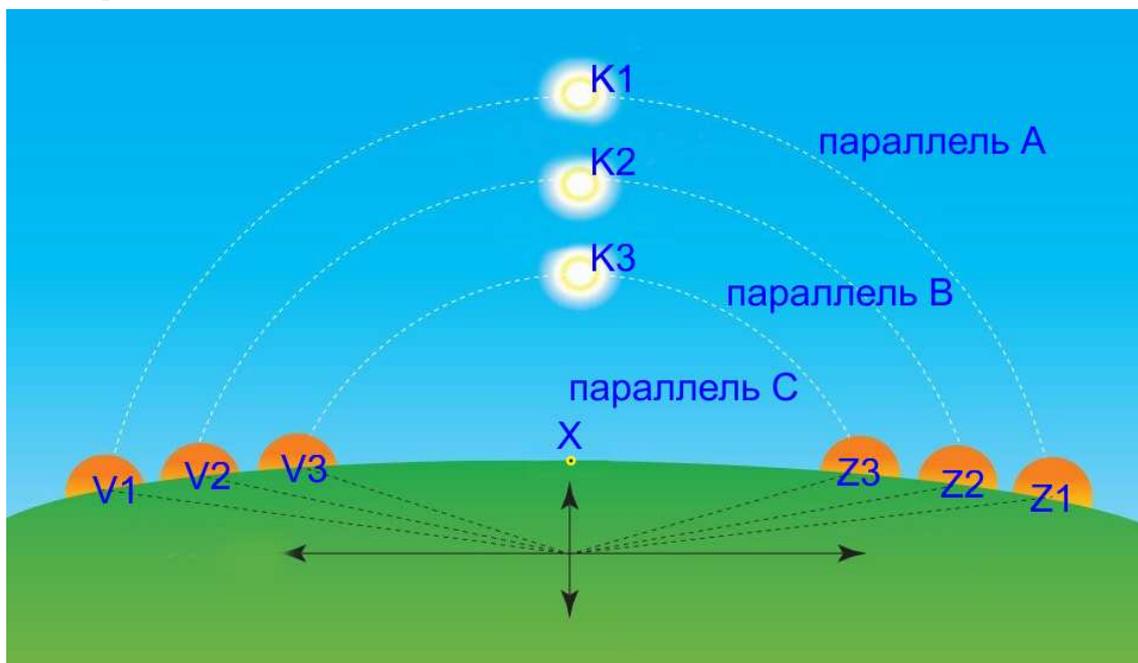


Рис. 3. Суточные параллели (А, В, С), которые описывает Солнце в течение года. Буквами V обозначены его точки восхода, а буквами Z – точки заката.

1. Выбор одного из списка

Условие: По какой суточной параллели совершает свое дневное движение Солнце в сутки летнего солнцестояния (20-21 июня)?

Варианты ответов:

1. Параллель А,
2. Параллель В,
3. Параллель С,
4. Невозможно однозначно определить

Правильный ответ: Параллель А.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: Сколько раз в год движется Солнце вдоль суточной параллели В?

Варианты ответов:

1. 1,
2. 2,
3. 3,
4. 4,
5. Невозможно однозначно определить

Правильный ответ: 2.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: С каким большим кругом можно отождествить суточную параллель В?

Варианты ответов:

1. Математический Горизонт,
2. Небесный экватор,
3. Эклиптика,
4. Небесный меридиан,
5. Первый вертикал,
6. Вертикал светила

Правильный ответ: Небесный экватор.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

4. Выбор одного из списка

Условие: Чему равна продолжительность дня в сутки, когда Солнце движется по параллели В?

Варианты ответов:

1. 8 часов,
2. 10 часов,
3. 12 часов,
4. 14 часов,
5. 16 часов

Правильный ответ: 12 часов.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Возможное Решение.

1. В сутки летнего солнцестояния Солнце движется по небесной сфере по суточной параллели с максимально возможным значением склонения ($+23^{\circ}26'$). Для жителей северного географического полушария (для которого собственно изображена картинка) это суточная параллель будет занимать наивысшее положение над горизонтом. Значит искомая параллель А.

2. Согласно условию, параллели А и С являются пограничными. По ним Солнце совершает суточное движение лишь один раз в год. По суточным параллелям, заключенным между пограничными параллелями, Солнце в течение года совершает движение два раза. Первый раз в период между летним и зимним солнцестояниями, второй раз – между зимним и летним солнцестояниями. Следовательно по суточной параллели В Солнце двигается два раза в год.

3. Суточная параллель В является серединной относительно пограничных параллелей А и С. Значит ее плоскость является плоскостью симметрии относительно плоскостей параллелей А и С. Как известно, Солнце в течение года совершает симметричное движение относительно небесного экватора. Следовательно суточная параллель В – это небесный экватор.

4. Математический горизонт делит небесный экватор точно пополам. Значит половину суток Солнце находится над горизонтом и половину суток под горизонтом. Следовательно продолжительность дня в сутки, когда Солнце движется по экватору (параллели В), приблизительно равна 12 часам.

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №2.К.2. «Дневные пути Солнца по небосводу в течение года (11 баллов)»

Общее условие: На рис. 4 представлены пограничные суточные параллели (А и С), которые описывает Солнце лишь один раз в течение года, и срединная параллель В, для жителя средних северных широт.

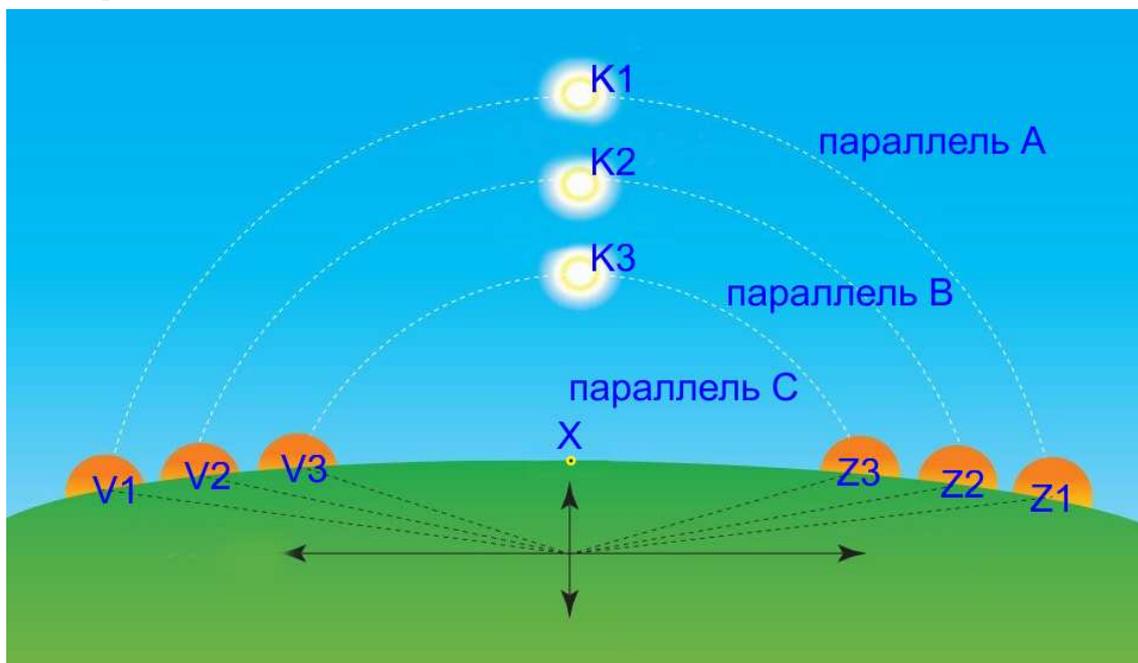


Рис. 4. Суточные параллели (А, В, С), которые описывает Солнце в течение года. Буквами V обозначены его точки восхода, а буквами Z – точки заката.

1. Выбор одного из списка

Условие: По какой суточной параллели совершает свое дневное движение Солнце в сутки зимнего солнцестояния (21-22 декабря)?

Варианты ответов:

1. Параллель А,
2. Параллель В,
3. Параллель С,
4. Невозможно однозначно определить

Правильный ответ: Параллель С.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: Как называется точка X математического горизонта?

Варианты ответов:

1. Точка севера,
2. Точка юга,
3. Точка востока,
4. Точка запада,
5. Точка весеннего равноденствия,
6. Невозможно однозначно определить

Правильный ответ: Точка юга.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: С каким большим кругом можно отождествить суточную параллель В?

Варианты ответов:

1. Математический Горизонт,
2. Небесный экватор,
3. Эклиптика,
4. Небесный меридиан,
5. Первый вертикал,
6. Вертикал светила

Правильный ответ: Небесный экватор.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

4. Выбор одного из списка

Условие: Чему равна продолжительность дня в сутки, когда Солнце движется по параллели В?

Варианты ответов:

1. 8 часов,
2. 10 часов,
3. 12 часов,
4. 14 часов,
5. 16 часов

Правильный ответ: 12 часов.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Задание №3.К.1. «Наблюдая затмение с Каролинских островов (11 баллов)»

Общее условие: На рис. 5 представлена серия фотографий затмения, наблюдавшегося с территории Каролинских островов в 2016 году, полученных с помощью телескопа с фильтром, ослабляющим исходный световой поток в 100 тысяч раз!

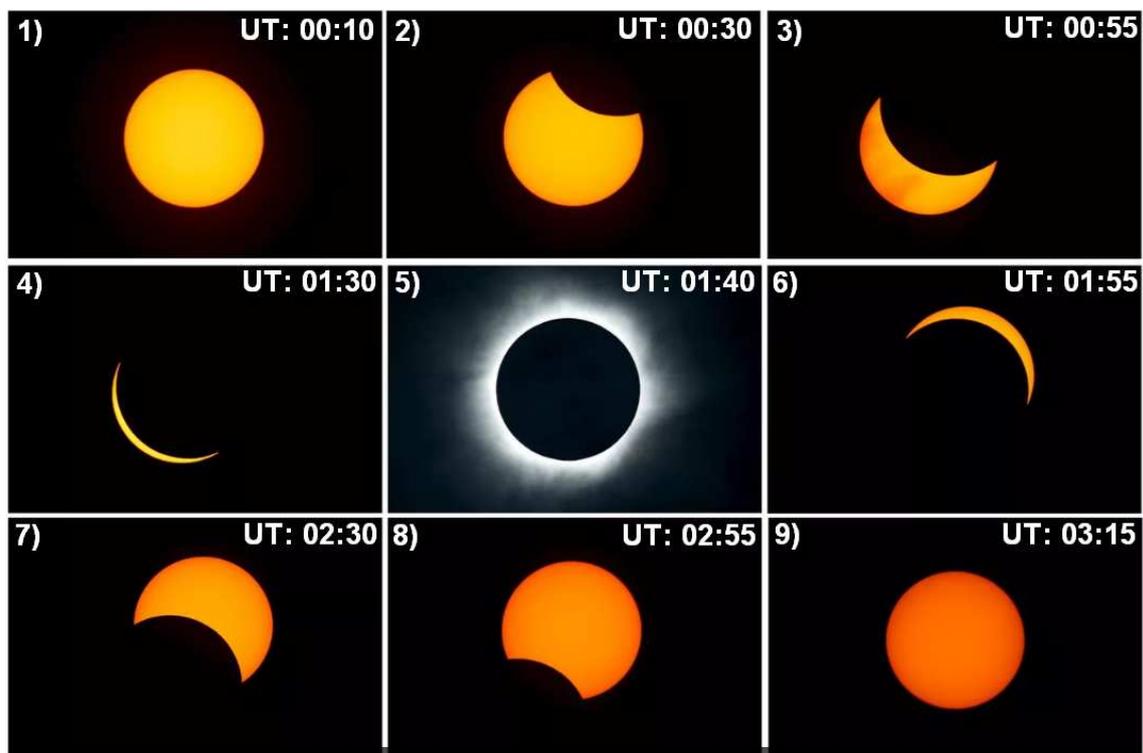


Рис. 5. Кадры и время их получения (по Всемирному времени – UT) для затмения 2016 года.

1. Соответствие одного к одному

Условие: Определите: какое небесное тело было затмеваемым, а какое – затмевающим?

Варианты ответов:

1-й столбец

1. Затмеваемое тело,
2. Затмевающее тело

2-й столбец

- A. Солнце,
- B. Земля,
- C. Луна,
- D. Марс,
- E. Венера,
- F. Юпитер

Правильный ответ: (1,A); (2,C).

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно определенную пару (всего – 4 балла).

2. Выбор одного из списка

Условие: Какой тип затмения наблюдали авторы фотографии?

Варианты ответов:

1. Солнечное,
2. Лунное,

3. Невозможно однозначно определить

Правильный ответ: Солнечное.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: Какой вид затмения наблюдали авторы фотографии?

Варианты ответов:

1. Частное,
2. Полное,
3. Кольцеобразное,
4. Полутеневое,
5. Невозможно однозначно определить

Правильный ответ: Полное.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

4. Выбор одного из списка

Условие: Кадр с каким номером позволяет рассмотреть верхние слои атмосферы одного из тел?

Варианты ответов:

1. 1,
2. 2,
3. 3,
4. 4,
5. 5,
6. 6,
7. 7,
8. 8,
9. 9

Правильный ответ: 5.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Возможное Решение.

1. Согласно условию задачи, данная серия фотографий получена с помощью телескопа с фильтром, ослабляющим исходный световой поток в 100000 раз! Фильтры такого типа применяются для наблюдения лишь Солнца, в силу его исключительной яркости, как самосветящегося тела, значит одно из тел является Солнцем. Очевидно, оно имеет оранжевый диск. Значит затмеваемым телом было Солнце, а затмевающим – Луна, поскольку лишь у последней угловые размеры сопоставимы с угловыми размерами Солнца, что мы и видим на фотографиях. Кроме того, Луна – несамосветящееся тело, поэтому она имеет черный цвет на фоне яркого Солнца.

2. Поскольку на фотографиях тело Луны скрывает Солнце от земного наблюдателя, значит авторы фотографии наблюдали солнечное затмение.

3. Вид солнечного затмения всегда определяется максимальной фазой этого затмения. Очевидно, на рис. 5.5) запечатлена фаза полного затмения, когда Луна своим телом полностью закрыла Солнце. Значит авторы фотографий наблюдали полное солнечное затмение.

4. Именно в момент достижения фазы полного затмения фотосфера Солнца полностью закрывается диском Луны и становятся доступными для земного наблюдателя в наблюдениях верхние слои атмосферы Солнца – хромосфера и корона, что наглядно демонстрирует рис. 5.5).

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №3.К.2. «Наблюдая затмение с Каролинских островов (12 баллов)»

Общее условие: На рис. 6 представлена серия фотографий затмения, наблюдавшегося с территории Каролинских островов в 2016 году, полученных с помощью телескопа с фильтром, ослабляющим исходный световой поток в 100 тысяч раз!

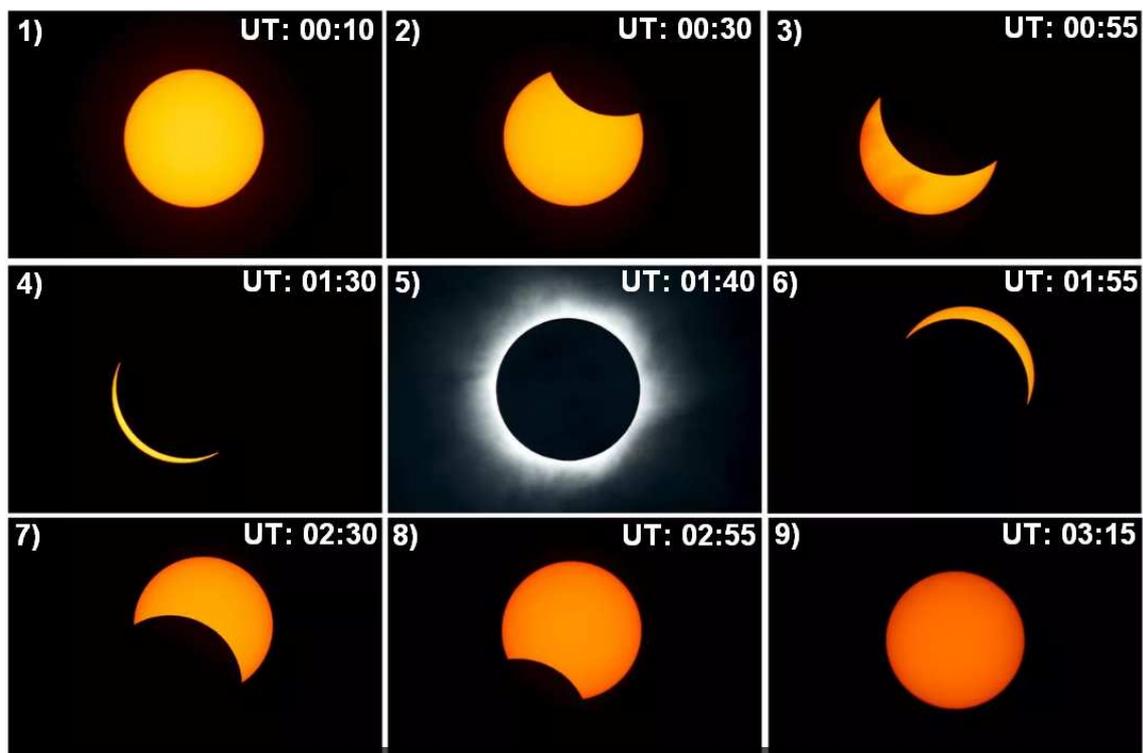


Рис. 6. Кадры и время их получения (по Всемирному времени – UT) для затмения 2016 года.

1. Соответствие одного к одному

Условие: Определите: какое небесное тело было затмеваемым, а какое – затмевающим?

Варианты ответов:

1-й столбец

1. Затмеваемое тело,
2. Затмевающее тело

2-й столбец

- A. Солнце,
- B. Земля,
- C. Луна,
- D. Марс,
- E. Венера,
- F. Юпитер

Правильный ответ: (1,A); (2,C).

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно определенную пару (всего – 4 балла).

2. Выбор одного из списка

Условие: На какой стороне земного шара авторы фотографий располагались во время съемки?

Варианты ответов:

1. Дневная сторона земного шара,

2. Ночная сторона земного шара,
3. Невозможно однозначно определить

Правильный ответ: Дневная сторона земного шара.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: Какой вид затмения наблюдали авторы фотографии?

Варианты ответов:

1. Частное,
2. Полное,
3. Кольцеобразное,
4. Полутеневое,
5. Невозможно однозначно определить

Правильный ответ: Полное.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

4. Выбор одного из списка

Условие: Кадр с каким номером позволяет рассмотреть верхние слои атмосферы одного из тел?

Варианты ответов:

1. 1,
2. 2,
3. 3,
4. 4,
5. 5,
6. 6,
7. 7,
8. 8,
9. 9

Правильный ответ: 5.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

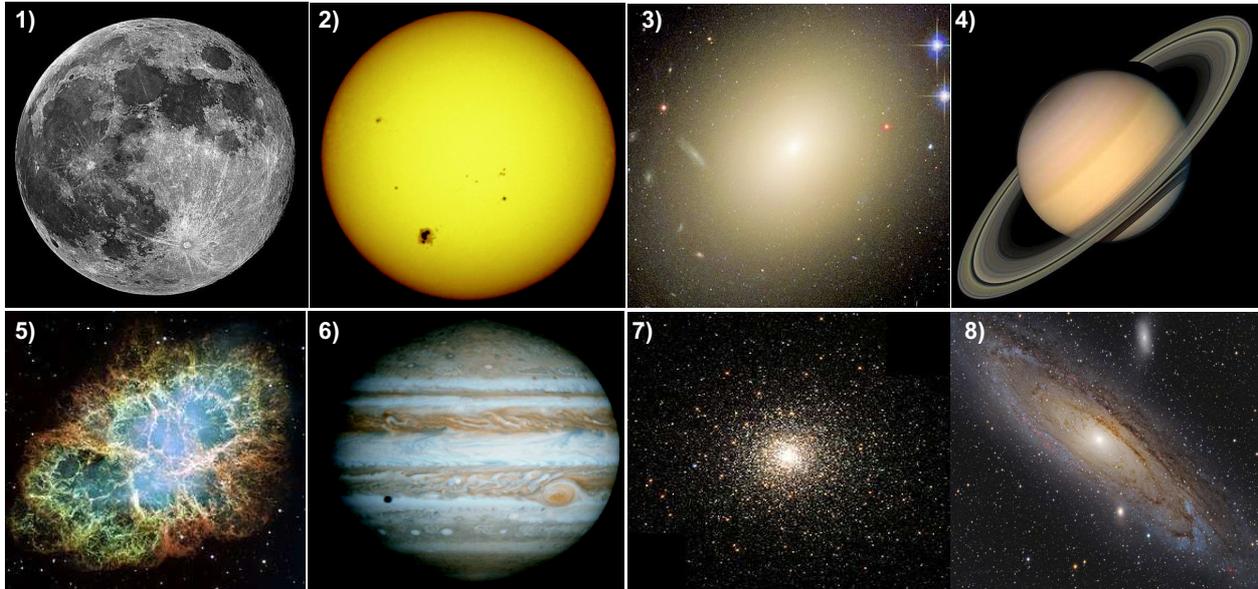


Рис. 7. К определению объектов космоса.

Блок заданий №2. «Качественно-количественные задачи среднего уровня»

Задание №4.К.1. «Мозаика объектов космоса и их свойства (26 баллов)»

Общее условие: На рис. 7 представлены объекты различных типов ближнего и дальнего космоса.

1. Установление соответствия один к одному

Условие: Установите соответствие между изображениями объектов и их названиями.

Варианты ответов:

1-й столбец (номера объектов рисунка)

1. 1,
2. 2,
3. 3,
4. 4,
5. 5,
6. 6,
7. 7,
8. 8

2-й столбец

- A. Луна,
- B. Солнце,
- C. Эллиптическая галактика M 87,
- D. Сатурн,
- E. Крабовидная туманность M1,
- F. Юпитер,
- G. Шаровое скопление M 13,
- H. Спиральная галактика Андромеды

Правильный ответ: (1,A); (2,B); (3,C); (4,D); (5,E); (6,F); (7,G); (8,H).

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно определенную пару (всего – 16 баллов).

2. Выбор одного на рисунке

Условие: Какой из данных объектов обладает самой большой массой?

Варианты ответов: см рисунок.

Правильный ответ: 3.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

3. Выбор одного на рисунке

Условие: Какие из указанных объектов принадлежат Солнечной системе?

Варианты ответов: см рисунок.

Правильный ответ: 1,2,4,6.

Точное совпадение ответа: 1 балл за каждый правильно названный объект (всего – 4 балла).

4. Выбор одного на рисунке

Условие: Какие из указанных объектов представляют собой обычные звезды или состоят из обычных звезд?

Варианты ответов: см рисунок.

Правильный ответ: 2,3,7,8.

Точное совпадение ответа: 1 балл за каждый правильно названный объект (всего – 4 балла).

Возможное Решение.

1. Очевидно, что на рис. 7.1) представлена Луна, на рис. 7.2) – Солнце, на рис. 7.3) – Эллиптическая галактика М 87, на рис. 7.4) – Сатурн, на рис. 7.5) – Крабовидная туманность М1, на рис. 7.6) – Юпитер, на рис. 7.7) – Шаровое скопление М 13, на рис. 7.8) – Спиральная галактика Андромеды. Т.е. имеем следующие пары: (1,А); (2,В); (3,С); (4,Д); (5,Е); (6,Ф); (7,Г); (8,Н).

2. Среди представленных объектов наибольшей массой обладают галактики. Как известно, самыми массивными галактиками во Вселенной являются эллиптические галактики. Следовательно, ответом на второй вопрос является эллиптическая галактика М87 (3).

3. Солнечной системе, очевидно, принадлежат Луна (1), Солнце (2), Сатурн (4), Юпитер (6).

4. Обычной звездой главной последовательности является Солнце (2). Кроме того, из обычных звезд состоят эллиптическая галактика М87 (3), шаровое звездное скопление М13 (7), спиральная галактика Андромеды (8).

Для клона №2 решение строится аналогично.

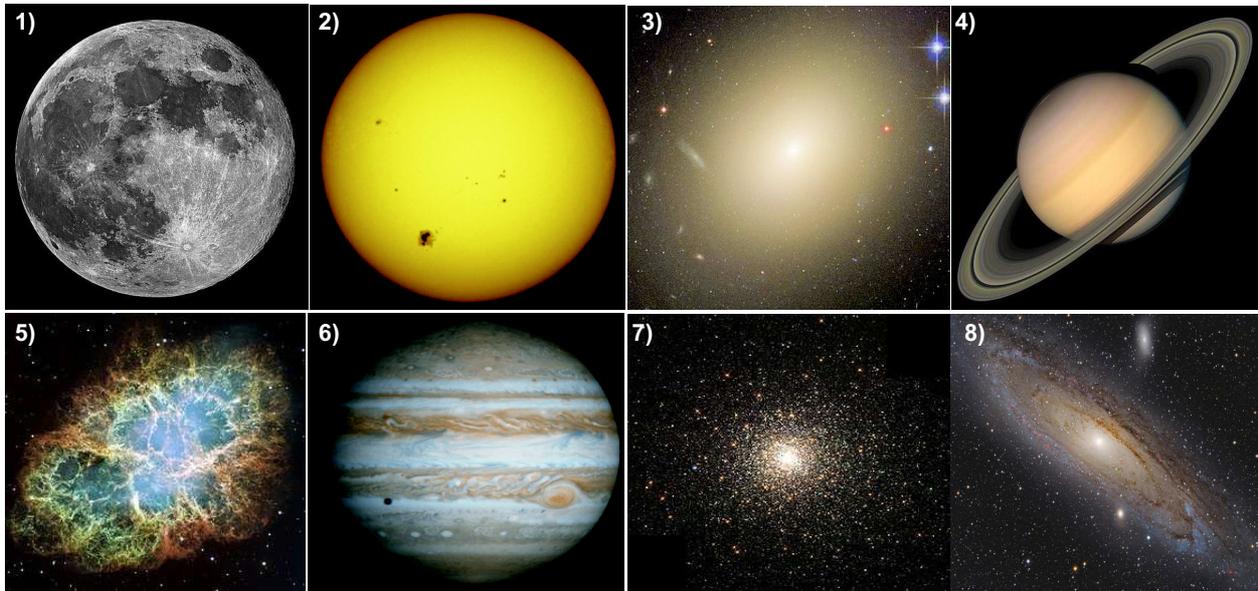


Рис. 8. К определению объектов космоса.

Задание №4.К.2. «Мозаика объектов космоса и их свойства (26 баллов)»

Общее условие: На рис. 8 представлены объекты различных типов ближнего и дальнего космоса.

2. Установление соответствия один к одному

Условие: Установите соответствие между изображениями объектов и их названиями.

Варианты ответов:

1-й столбец (номера объектов рисунка)

1. 1,
2. 2,
3. 3,
4. 4,
5. 5,
6. 6,
7. 7,
8. 8

2-й столбец

- A. Луна,
- B. Солнце,
- C. Эллиптическая галактика М 87,
- D. Сатурн,
- E. Крабовидная туманность М1,
- F. Юпитер,
- G. Шаровое скопление М 13,
- H. Спиральная галактика Андромеды

Правильный ответ: (1,A); (2,B); (3,C); (4,D); (5,E); (6,F); (7,G); (8,H).

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно определенную пару (всего – 16 баллов).

2. Выбор одного на рисунке

Условие: Какой из данных объектов обладает минимальной массой?

Варианты ответов: см рисунок.

Правильный ответ: 1.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

3. Выбор одного на рисунке

Условие: Какие из указанных объектов **не** принадлежат Солнечной системе?

Варианты ответов: см рисунок.

Правильный ответ: 3,5,7,8.

Точное совпадение ответа: 1 балл за каждый правильно названный объект (всего – 4 балла).

4. Выбор одного на рисунке

Условие: Какие из указанных объектов **не** являются обычными звездами или **не** состоят из обычных звезд?

Варианты ответов: см рисунок.

Правильный ответ: 1,4,5,6.

Точное совпадение ответа: 1 балл за каждый правильно названный объект (всего – 4 балла).



Рис. 9. Фазы Венеры в январе-сентябре 2014 года.

Задание №5.К.1. «Эволюция образа Венеры (12 баллов)»

Общее условие: На рис. 9 представлен коллаж фотографий Венеры в различных фазах, полученных в 2014 году. С использованием диаграммы основных конфигураций планет, с точки зрения земного наблюдателя, представленной на рис. 10, ответьте на следующие вопросы.

1. Выбор одного из списка

Условие: Какого числа Венера была наиболее близка к конфигурации нижнего соединения?

Варианты ответов:

1. 19 января,
2. 12 февраля,
3. 23 февраля,
4. 8 марта,
5. 14 марта,
6. 16 апреля,
7. 16 мая,
8. 5 июня,
9. 19 июня,
10. 19 июля,
11. 25 августа,
12. 14 сентября

Правильный ответ: 19 января.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: Какого числа Венера была наиболее близка к конфигурации наибольшей западной элонгации? Эффектами рассеяния света в атмосфере Венеры пренебречь.

Варианты ответов:

1. 19 января,
2. 12 февраля,

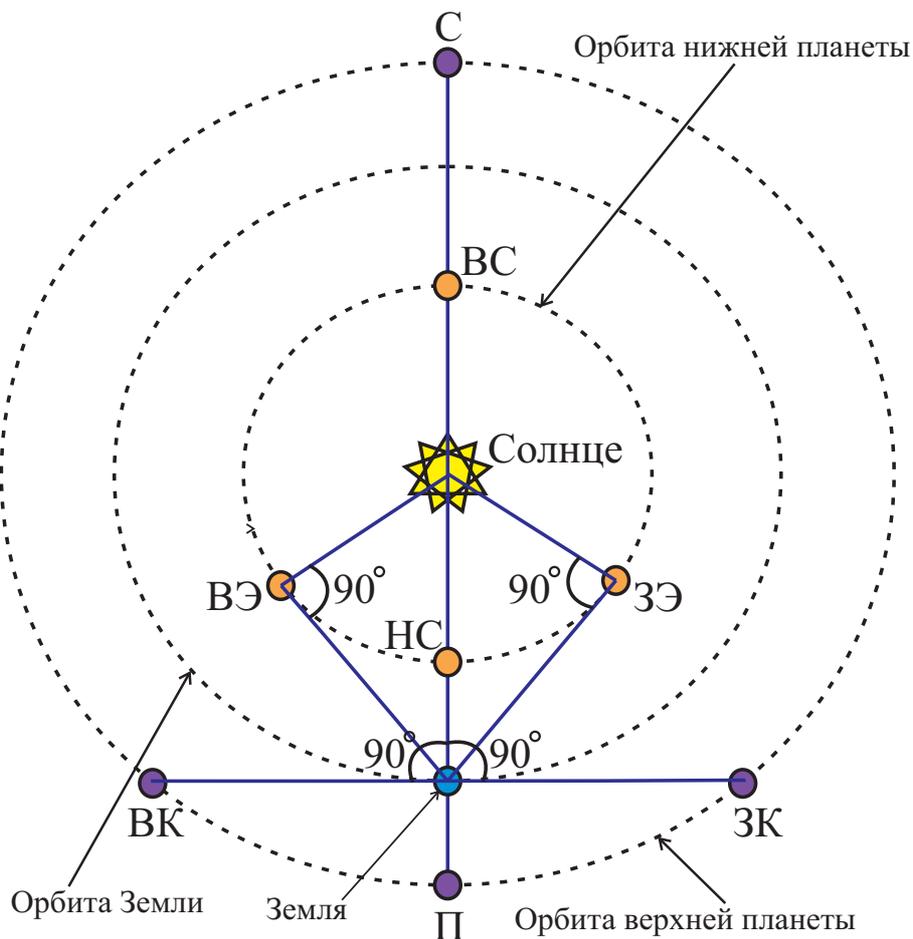


Рис. 10. К определению основных конфигураций нижних и верхних планет с точки зрения земного наблюдателя. Здесь в случае нижней планеты: ВС – верхнее соединение, НС – нижнее соединение, ВЭ – наибольшая восточная элонгация, ЗЭ – наибольшая западная элонгация; в случае верхней планеты: С – соединение, П – противостояние, ВК – восточная квадратура, ЗК – западная квадратура.

3. 23 февраля,
4. 8 марта,
5. 14 марта,
6. 16 апреля,
7. 16 мая,
8. 5 июня,
9. 19 июня,
10. 19 июля,
11. 25 августа,
12. 14 сентября

Правильный ответ: 14 марта или 16 апреля.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: В какое время суток и в какой стороне небосвода можно было наблюдать Венеру в январе-сентябре 2014 года?

Варианты ответов:

1. Утром, в западной стороне небосвода,
2. Утром, в восточной стороне небосвода,
3. Вечером, в западной стороне небосвода,
4. Вечером, в восточной стороне небосвода

Правильный ответ: Утром, в восточной стороне небосвода.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

4. Ввод числа в текстовое поле (ответ – целое число из интервала)

Условие: По рис. 9 оцените промежуток времени, между моментами пребывания Венеры в фазах, наиболее близких к наибольшей западной элонгации и верхнему соединению. Эффектами рассеяния света в атмосфере Венеры пренебречь. Ответ представьте в сутках, округлив до целых.

Правильный ответ: [146, 156] или [179,189].

Точное совпадение ответа: 4 балла.

Возможное Решение.

1. Согласно рис. 10, если Венера располагалась в нижнем соединении, то по отношению к Земле она находилась на минимальном расстоянии, а ее угловой диаметр должен был быть максимальным. Поскольку все фотографии были сделаны в одном масштабе, то среди прочих необходимо ориентироваться на образ с самым большим линейным размером. Среди представленных таким является образ, соответствующий дате 19 января.

2. В момент достижения Венерой наибольшей западной элонгации, ее фаза должна быть равна 0.5, следовательно для земного наблюдателя Венера должна представляться освещенной половинкой диска. Среди представленных образов, наиболее близок к указанному образ Венеры от 16 апреля. Допускается также в качестве ответа фаза, соответствующая 14 марта. Ответ: 14 марта или 16 апреля.

3. Поскольку Венера в январе-сентябре 2014 года пребывала в западной элонгации, то ее можно было наблюдать утром, в восточной стороне небосвода.

4. Согласно рис. 10, если Венера располагалась в верхнем соединении, то по отношению к Земле она находилась на максимальном расстоянии, а ее угловой диаметр должен был быть минимальным. Поскольку все фотографии были сделаны в одном масштабе, то среди прочих необходимо ориентироваться на образ с самым малым линейным размером. Среди представленных таким является образ от 14 сентября. Промежуток времени, между моментами пребывания Венеры в фазах, наиболее близких к верхнему соединению и наибольшей западной элонгации, равен 151 сутки, если полагать, что образ, соответствующий последней фазе, отвечает 16 апреля и 184 суток, если этот образ отвечает 14 марта. В качестве ответа допускается значение из интервалов: [146, 156] суток или [179,189] суток.

Для клона №2 решение строится аналогично.



Рис. 11. Фазы Венеры в январе-сентябре 2014 года.

Задание №5.К.2. «Эволюция образа Венеры (12 баллов)»

Общее условие: На рис. 11 представлен коллаж фотографий Венеры в различных фазах, полученных в 2014 году. С использованием диаграммы основных конфигураций планет, с точки зрения земного наблюдателя, представленной на рис. 12, ответьте на следующие вопросы.

1. Выбор одного из списка

Условие: Какого числа Венера была наиболее близка к конфигурации верхнего соединения?

Варианты ответов:

1. 19 января,
2. 12 февраля,
3. 23 февраля,
4. 8 марта,
5. 14 марта,
6. 16 апреля,
7. 16 мая,
8. 5 июня,
9. 19 июня,
10. 19 июля,
11. 25 августа,
12. 14 сентября

Правильный ответ: 14 сентября.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: Какого числа Венера была наиболее близка к конфигурации наибольшей западной элонгации? Эффектами рассеяния света в атмосфере Венеры пренебречь.

Варианты ответов:

1. 19 января,
2. 12 февраля,

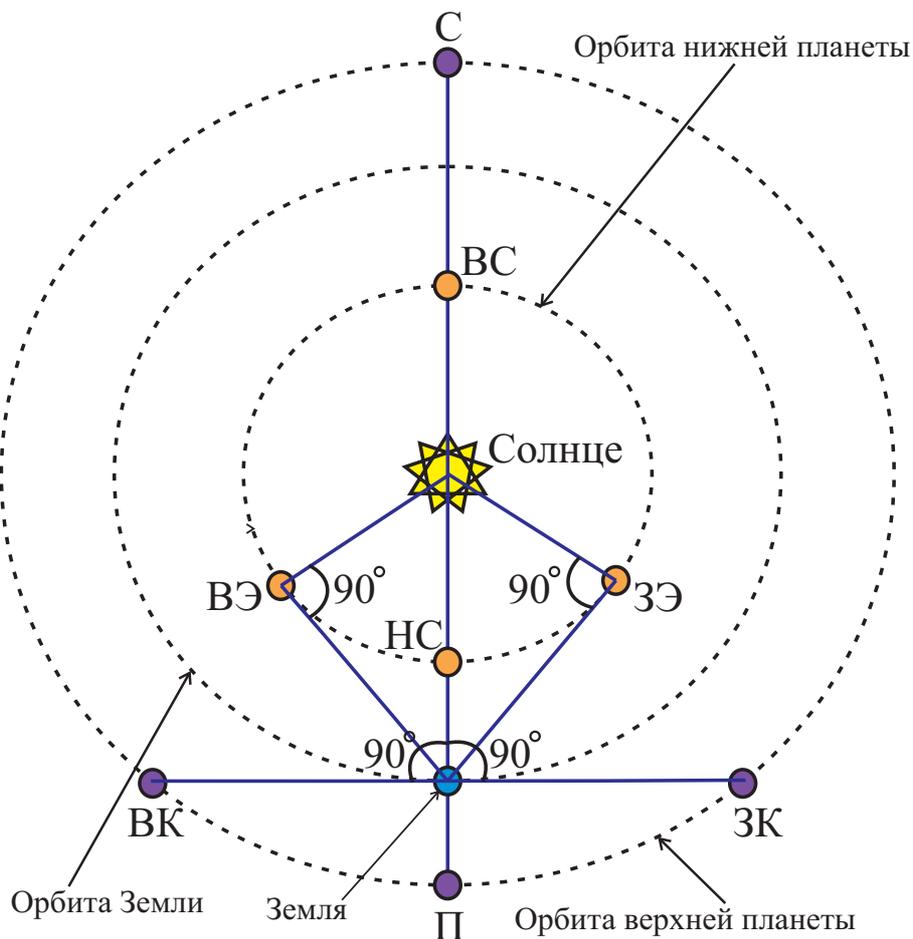


Рис. 12. К определению основных конфигураций нижних и верхних планет с точки зрения земного наблюдателя. Здесь в случае нижней планеты: ВС – верхнее соединение, НС – нижнее соединение, ВЭ – наибольшая восточная элонгация, ЗЭ – наибольшая западная элонгация; в случае верхней планеты: С – соединение, П – противостояние, ВК – восточная квадратура, ЗК – западная квадратура.

3. 23 февраля,
4. 8 марта,
5. 14 марта,
6. 16 апреля,
7. 16 мая,
8. 5 июня,
9. 19 июня,
10. 19 июля,
11. 25 августа,
12. 14 сентября

Правильный ответ: 14 марта или 16 апреля.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: В какое время суток и в какой стороне небосвода можно было наблюдать Венеру в январе-сентябре 2014 года?

Варианты ответов:

1. Утром, в западной стороне небосвода,
2. Утром, в восточной стороне небосвода,
3. Вечером, в западной стороне небосвода,
4. Вечером, в восточной стороне небосвода

Правильный ответ: Утром, в восточной стороне небосвода.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

4. Ввод числа в текстовое поле (ответ – целое число из интервала)

Условие: По рис. 11 оцените промежуток времени, между моментами пребывания Венеры в фазах, наиболее близких к нижнему соединению и наибольшей западной элонгации. Эффектами рассеяния света в атмосфере Венеры пренебечь. Ответ представьте в сутках, округлив до целых.

Правильный ответ: [49, 59] или [82, 92].

Точное совпадение ответа: 4 балла.



Рис. 13. К определению образа Земли, полученного с поверхности Луны.

Задание №6.К.1. «Узкий серп Земли (7 баллов)»

Общее условие: На рис. 13 представлена фотография Земли, полученная с поверхности Луны. Вам может оказаться полезной схема определения основных фаз Луны и ее положений в пространстве, с точки зрения земного наблюдателя, расположенного в северном географическом полушарии, представленная на рис. 14.

1. Выбор одного из списка

Условие: Аналогом какой фазы Луны (с точки зрения жителя северного географического полушария) является фаза Земли, представленная на рис. 13?

Варианты ответов:

1. Новолуние,
2. Молодой месяц,
3. Первая четверть,
4. Растущая выпуклая Луна,
5. Полнолуние,
6. Убывающая выпуклая Луна,
7. Последняя четверть,
8. Старый месяц

Правильный ответ: Молодой месяц.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. Выбор одного из списка



Рис. 14. Схема определения основных фаз Луны (с точки зрения земного наблюдателя, расположенного в северном географическом полушарии) и ее положений на орбите.

Условие: Какое из небесных тел было ближайшим к Солнцу в момент съемки?

Варианты ответов:

1. Земля,
2. Луна,
3. Марс,
4. Юпитер,
5. Невозможно однозначно определить

Правильный ответ: Земля.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: Чему равна продолжительность цикла смены фаз Земли с точки зрения гипотетического обитателя Луны?

Варианты ответов:

1. 3.7 сут,
2. 7.4 сут,
3. 11.1 сут,
4. 14.8 сут,
5. 18.5 сут,
6. 22.2 сут,
7. 25.9 сут,
8. 29.5 сут

Правильный ответ: 29.5 сут.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Возможное Решение.

1. На рис. 13 виден узкий серп Земли, который своей выпуклой освещенной стороной ориентирован преимущественно вправо. Согласно рис. 14, такой образ Земли, соответствует фазе молодого месяца.

2. Среди представленных небесных тел ближайшим к Солнцу на момент съемки была Земля, поскольку фаза, аналогичная молодому месяцу следует непосредственно за фазой, аналогом новолуния, в которой, подобно Луне, Земля должна располагаться между Луной и Солнцем, а значит ближе к Солнцу, чем Луна. Оставшиеся небесные тела располагались много дальше указанной пары тел.

3. Поскольку Луна и Земля двигаются вокруг одного общего центра масс, с одним сидерическим периодом, а также они вместе совершают орбитальное движение вокруг Солнца, то у них должен быть и общий синодический период, то есть продолжительность цикла смены фаз Земли как и у Луны должен составлять величину 29.5 сут.

Для клона №2 решение строится аналогично.



Рис. 15. К определению образа Земли, полученного с поверхности Луны.

Задание №6.К.2. «Узкий серп Земли (7 баллов)»

Общее условие: На рис. 15 представлена фотография Земли, полученная с поверхности Луны. Вам может оказаться полезной схема определения основных фаз Луны и ее положений в пространстве, с точки зрения земного наблюдателя, расположенного в северном географическом полушарии, представленная на рис. 16.

1. Выбор одного из списка

Условие: Аналогом какой фазы Луны (с точки зрения жителя северного географического полушария) является фаза Земли, представленная на рис. 15?

Варианты ответов:

1. Новолуние,
2. Молодой месяц,
3. Первая четверть,
4. Растущая выпуклая Луна,
5. Полнолуние,
6. Убывающая выпуклая Луна,
7. Последняя четверть,
8. Старый месяц

Правильный ответ: Старый месяц.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. Выбор одного из списка



Рис. 16. Схема определения основных фаз Луны (с точки зрения земного наблюдателя, расположенного в северном географическом полушарии) и ее положений на орбите.

Условие: Какое из небесных тел было наиболее удаленным от Солнца в момент съемки?

Варианты ответов:

1. Земля,
2. Луна,
3. Меркурий,
4. Венера,
5. Невозможно однозначно определить

Правильный ответ: Луна.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: Чему равна продолжительность цикла смены фаз Земли с точки зрения гипотетического обитателя Луны?

Варианты ответов:

1. 3.7 сут,
2. 7.4 сут,
3. 11.1 сут,
4. 14.8 сут,
5. 18.5 сут,
6. 22.2 сут,
7. 25.9 сут,
8. 29.5 сут

Правильный ответ: 29.5 сут.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Задание №7.К.1. «Азы астрометрии (7 баллов)»

Общее условие: Выберите верные ответы на поставленные ниже вопросы.

1. Выбор одного из списка

Условие: Для какой планеты горизонтальный экваториальный параллакс минимален?

Варианты ответов:

1. Меркурий,
2. Венера,
3. Юпитер,
4. Сатурн,
5. Уран,
6. Нептун

Правильный ответ: Нептун.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: В какой точке небесной сферы склонение достигает максимального значения?

Варианты ответов:

1. Зенит,
2. Апекс,
3. Северный полюс мира,
4. Южный полюс мира,
5. Северный полюс эклиптики,
6. Южный Полюс эклиптики

Правильный ответ: Северный полюс мира.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: Для какой точки небесной сферы эклиптические долгота и широта равны нулю?

Варианты ответов:

1. Точка осеннего равноденствия,
2. Точка весеннего равноденствия,
3. Северный полюс мира,
4. Южный полюс мира,
5. Северный полюс эклиптики,
6. Южный Полюс эклиптики

Правильный ответ: Точка весеннего равноденствия.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Возможное Решение.

1. Как известно горизонтальный экваториальный параллакс обратно пропорционален геоцентрическому расстоянию до небесного тела. Очевидно, чем дальше небесное тело располагается от Солнца, тем оно дальше располагается и от Земли. Самой далекой планетой среди представленных является Нептун. Значит для нее горизонтальный экваториальный параллакс принимает минимальное значение.

2. Согласно определению, склонением светила называется координата, отсчитываемая от небесного экватора, вдоль круга склонения этого светила, в направлении Северного полюса мира. При этом ее значение изменяется от 0° до 90° , принимая максимальное значение в точке – Северном полюсе мира.

3. Из курса астрометрии известно, что эклиптические координаты принимают одновременно нулевое значение лишь в одной точке небосвода – точки весеннего равноденствия, являющейся по сути началом отсчета для данных координат.

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №7.К.2. «Азы астрометрии (7 баллов)»

Общее условие: Выберите верные ответы на поставленные ниже вопросы.

1. Выбор одного из списка

Условие: Для какой планеты горизонтальный экваториальный параллакс может достигать максимального значения?

Варианты ответов:

1. Меркурий,
2. Венера,
3. Юпитер,
4. Сатурн,
5. Уран,
6. Нептун

Правильный ответ: Венера.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: В какой точке небесной сферы склонение достигает минимального значения?

Варианты ответов:

1. Зенит,
2. Апекс,
3. Северный полюс мира,
4. Южный полюс мира,
5. Северный полюс эклиптики,
6. Южный Полюс эклиптики

Правильный ответ: Южный полюс мира.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: Для какой точки небесной сферы эклиптическая долгота равна 180 градусам, а эклиптическая широта равна нулю?

Варианты ответов:

1. Точка осеннего равноденствия,
2. Точка весеннего равноденствия,
3. Северный полюс мира,
4. Южный полюс мира,
5. Северный полюс эклиптики,
6. Южный Полюс эклиптики

Правильный ответ: Точка осеннего равноденствия.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Планета/ Спутник	Земля (1)	Луна (2)	Европа (3)
Масса, кг	$5.97 \cdot 10^{24}$	$7.35 \cdot 10^{22}$	$4.80 \cdot 10^{22}$
Радиус, км	6371	?	?
Плотность, кг/м ³	?	?	?

Таблица 1. Матрица исходных данных для Земли, Луны и Европы.



Рис. 17. Коллаж фотографий Земли (1), Луны (2) и Европы (3).

Блок заданий №3. «Количественные задачи»

Задание №8.К.1. «Средняя массовая плотность небесного тела (5 баллов)»

Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне

Условие: Вашему вниманию в табл. 1 представлены данные для масс и радиусов трех небесных тел (Земли (1), Луны (2) и Европы (3) – спутника Юпитера), изображенных в масштабе на рис. 17. С использованием лишь этих данных и линейки, определите среднюю массовую плотность Луны (2). Ответ представить в кг/м³, округлив до целых.

Примечание: Вам может оказаться полезной формула для объема шара:

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3,$$

где R – радиус шара.

Правильный ответ: [3300, 3600].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Возможное Решение.

Согласно определению, средняя массовая плотность Луны определяется выражением:

$$\rho_{\zeta} = \frac{M_{\zeta}}{\frac{4}{3}\pi R_{\zeta}^3}, \quad (1)$$

здесь M_{ζ} , R_{ζ} – масса и радиус Луны соответственно.

Из двух последних параметров неизвестным является лишь радиус Луны. Для его определения воспользуемся рис. 17. Измерим на картинке диаметры Земли (D_{\oplus}) и Луны (D_{ζ}). Отношение

данных параметров равно отношению их радиусов:

$$\eta = \frac{D_{\oplus}}{D_{\zeta}} = \frac{\mathfrak{R}_{\oplus}}{\mathfrak{R}_{\zeta}}, \Rightarrow \mathfrak{R}_{\zeta} = \frac{\mathfrak{R}_{\oplus}}{\eta}.$$

Поскольку рассматриваемые небесные тела представлены на рисунке в масштабе, то отношение их действительных линейных размеров равно отношению их линейных размеров на рисунке. Определяя по рисунку диаметры Земли (141 мм) и Луны (38 мм), можно легко найти их отношение: $\eta = 3.71$. В итоге, формула (1) и численное значение представляются в виде:

$$\rho_{\zeta} = \frac{3\mathfrak{M}_{\zeta}}{4\pi \mathfrak{R}_{\oplus}^3} \eta^3 = 3466 \text{ кг/м}^3. \quad (2)$$

В качестве ответа принимается значение из интервала: [3300, 3600].

Для клона №2 решение строится аналогично.

Планета/ Спутник	Земля (1)	Луна (2)	Европа (3)
Масса, кг	$5.97 \cdot 10^{24}$	$7.35 \cdot 10^{22}$	$4.80 \cdot 10^{22}$
Радиус, км	6371	?	?
Плотность, кг/м ³	?	?	?

Таблица 2. Матрица исходных данных для Земли, Луны и Европы.



Рис. 18. Коллаж фотографий Земли (1), Луны (2) и Европы (3).

Задание №8.К.2. «Средняя массовая плотность небесного тела (5 баллов)»

Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне

Условие: Вашему вниманию в табл. 2 представлены данные для масс и радиусов трех небесных тел (Земли (1), Луны (2) и Европы (3) – спутника Юпитера), изображенных в масштабе на рис. 18. С использованием лишь этих данных и линейки, определите среднюю массовую плотность Европы (3). Ответ представить в кг/м³, округлив до целых.

Примечание: Вам может оказаться полезной формула для объема шара:

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3,$$

где R – радиус шара.

Правильный ответ: [3300, 3600].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

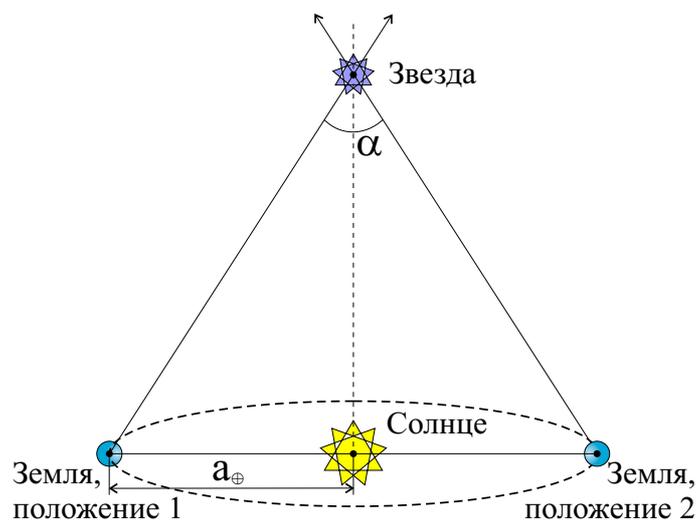


Рис. 19. К определению параллактического смещения α звезды и большой полуоси земной орбиты a_{\oplus} .

Задание №9.К.1. «Годичный параллакс звезды (5 баллов)»

Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне

Условие: При исследовании звезды, расположенной в окрестности северного полюса эклиптики, было измерено ее параллактическое смещение в течение полугода, равное $\alpha = 0.02''$ (см. рис. 19). Чему равен годичный параллакс звезды? Ответ представить в угловых секундах, округлив до сотых.

Примечание: **годичный параллакс (π)** – изменение направления на объект (например, звезду), связанное с движением Земли вокруг Солнца. Величина параллакса (π) равна углу, под которым со звезды виден радиус a_{\oplus} земной орбиты, перпендикулярный лучу зрения (см. рис. 19).

Правильный ответ: 0.01.

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Возможное Решение.

Согласно определению, годичный параллакс – это угол, под которым со звезды виден радиус a_{\oplus} земной орбиты, перпендикулярный лучу зрения (см. рис. 19). Параллактическое смещение, очевидно, угол, под которым виден диаметр земной орбиты. Следовательно, между данными углами существует связь:

$$\alpha = 2\pi, \Rightarrow \pi = \frac{\alpha}{2} = 0.01''.$$

Для клона №2 решение строится аналогично.

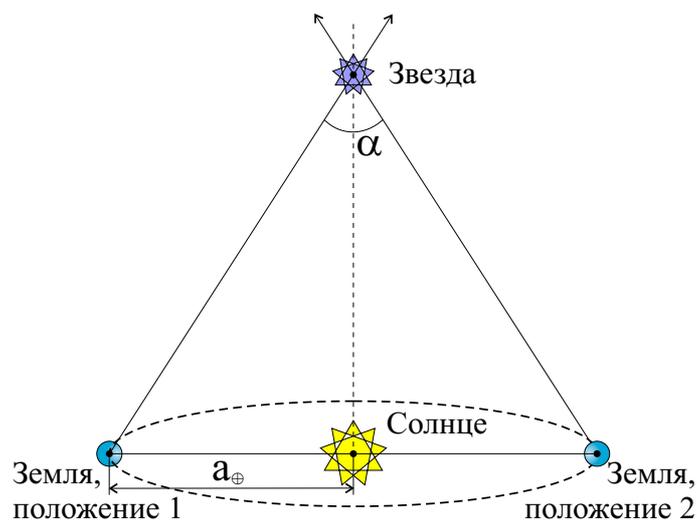


Рис. 20. К определению параллактического смещения α звезды и большой полуоси земной орбиты a_{\oplus} .

Задание №9.К.2. «Годичный параллакс звезды (5 баллов)»

Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне

Условие: При исследовании звезды, расположенной в окрестности северного полюса эклиптики, было измерено ее параллактическое смещение в течение полугода, равное $\alpha = 0.2''$ (см. рис. 20). Чему равен годичный параллакс звезды? Ответ представить в угловых секундах, округлив до десятых.

Примечание: **годичный параллакс (π)** – изменение направления на объект (например, звезду), связанное с движением Земли вокруг Солнца. Величина параллакса (π) равна углу, под которым со звезды виден радиус a_{\oplus} земной орбиты, перпендикулярный лучу зрения (см. рис. 20).

Правильный ответ: 0.1.

Задание №10.К.1. «Астероид главного пояса (5 баллов)»

1. Ввод числа в текстовое поле (ответ - целое число)

Условие: Некоторый астероид Главного пояса каждые 500 суток оказывается в противостоянии с Солнцем для земного наблюдателя. Определите его сидерический период обращения вокруг Солнца. Звездный год Земли равен 365.26 суток. Ответ представьте в сутках, округлив до целого.

Правильный ответ: [1320, 1380].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Возможное Решение.

Очевидно, указанный промежуток времени есть синодический период (S_A) для астероида. Поскольку астероид принадлежит главному поясу, то он является верхним телом по отношению к Земле. Воспользуемся уравнением для синодического периода верхнего тела:

$$\frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T_A} = \frac{1}{S_A}, \Rightarrow T_A = \frac{T_{\oplus} S_A}{S_A - T_{\oplus}} = 1355 \text{ сут.}$$

В качестве ответа принимается значение из интервала: [1320, 1380] сут.

Заметим, что поскольку синодический период для астероида больше звездного года Земли, значит астероид двигался вокруг Солнца в том же направлении что и Земля и потому используемая форма записи для уравнения синодического движения (в отношении знака «-») является верной!

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №10.К.2. «Астероид главного пояса (5 баллов)»

1. Ввод числа в текстовое поле (ответ - целое число)

Условие: Некоторый астероид Главного пояса каждые 450 суток оказывается в противостоянии с Солнцем для земного наблюдателя. Определите его сидерический период обращения вокруг Солнца. Звездный год Земли равен 365.26 суток. Ответ представьте в сутках, округлив до целого.

Правильный ответ: [1910, 1970].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.
