

Всероссийская олимпиада школьников 2023/2024 учебного года

Школьный этап

Астрономия

Разбор заданий

5 класс

Особенности комплекта задач:

1. Комплект содержит 8 поставленных задач.
 2. На решение задач школьного этапа школьникам отводится 50 минут.
 3. Задачи оцениваются 5-20 баллами.
 4. Максимально возможный балл в данной параллели – 80.
-
-

Блок заданий №1. «Качественные задачи начального уровня»

Задание №1.К.1. «Созвездия и яркие звезды (20 баллов)»

1. Выбор нескольких из списка

Условие: Каких созвездий **не** существует на современной карте звездного неба?

Варианты ответов:

1. Киль,
2. Корма,
3. Паруса,
4. Руль,
5. Телескоп,
6. Секстант,
7. Мачта,
8. Кабестан,
9. Часы

Правильный ответ: Руль, Мачта, Кабестан.

Со штрафом за лишние пункты: 2 балла за каждый правильный ответ (всего – 6 баллов); штраф –1 балл за каждое неверно выбранное созвездие.

2. Выбор на изображении

Условие: Каких ярких звезд (с собственными именами) не существует на современной карте звездного неба?

Варианты ответов:

1. Бетельгейзе,
2. Рига,
3. Канопус,
4. Каспер,
5. Поллукс,
6. Амур,
7. Альтаир,
8. Сириус,
9. Антарес.

Правильный ответ: Рига, Каспер, Амур.

Со штрафом за лишние пункты: 2 балла за каждый правильный ответ (всего – 6 баллов); штраф –1 балл за каждое неверно выбранное созвездие.

3. Сопоставление (один к одному)

Условие: Установите соответствие между звездами и созвездиями, в которых они находятся.

Варианты ответов:

1-ый столбец:

1. Альдебаран,
2. Капелла,
3. Вега,
4. Процион,

2-ый столбец:

- A. Телец,
- B. Возничий,
- C. Лира,
- D. Мальтий Пес

Правильный ответ: (1,A); (2,B); (3,C); (4,D).

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно определенную пару (всего – 8 баллов).

Возможное Решение.

1. Можно легко вспомнить, что на картах звездного неба существуют из представленных созвездий: Корма, Паруса, Телескоп, Секстант, Часы. И лишь Руль, Мачта, Кабестан не является названиями созвездий современной карты звездного неба.

2. К ярким звездам относятся Бетельгейзе, Канопус, Полукс, Альтаир, Сириус и Антарес. Не существует звезд с названиями Рига, Каспер, Амур.

3. Как известно, в созвездии Тельца ярчайшей звездой является Альдебаран, в созвездии Возничего – Капелла, в созвездии Лиры – Вега, а в созвездии Малый Пес – Процион.

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. «Созвездия и яркие звезды (20 баллов)»

1. Выбор нескольких из списка

Условие: Каких созвездий **не** существует на современной карте звездного неба?

Варианты ответов:

1. Индеец,
2. Пегас,
3. Феникс,
4. Эрмитаж,
5. Кентавр,
6. Ползучая рыба,
7. Волк,
8. Южный крест,
9. Адская птица

Правильный ответ: Эрмитаж, Ползучая рыба, Адская птица.

Со штрафом за лишние пункты: 2 балла за каждый правильный ответ (всего – 6 баллов); штраф –1 балл за каждое неверно выбранное созвездие.

2. Выбор на изображении

Условие: Каких ярких звезд (с собственными именами) не существует на современной карте звездного неба?

Варианты ответов:

1. Толиман,
2. Реголит,
3. Спика,
4. Южная Лилия,
5. Фомальгаут,
6. Процион,
7. Кошмарус,
8. Антарес,
9. Капелла.

Правильный ответ: Реголит, Южная Лилия, Кошмарус.

Со штрафом за лишние пункты: 2 балла за каждый правильный ответ (всего – 6 баллов); штраф –1 балл за каждое неверно выбранное созвездие.

3. Сопоставление (один к одному)

Условие: Установите соответствие между звездами и созвездиями, в которых они находятся.

1-ый столбец:

1. Мицар,
2. Полярная,
3. Арктур,
4. Ригель

2-ый столбец:

- A. Большая Медведица,
- B. Малая Медведица,
- C. Волопас,
- D. Орион

Правильный ответ: (1,A); (2,B); (3,C); (4,D).

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно определенную пару (всего – 8 баллов).

Задание №2.К.1. «Планеты, их видимость и внешний вид (12 баллов)»

1. Выбор нескольких из списка

Условие: Какие из указанных планет (классических и карликовых) можно в принципе наблюдать невооруженным глазом в полночь над горизонтом, располагаясь на экваторе Земли?

Варианты ответов:

1. Меркурий,
2. Венера,
3. Марс,
4. Юпитер,
5. Сатурн,
6. Эрида,
7. Нептун,
8. Плутон,
9. Церера

Правильный ответ: Марс, Юпитер, Сатурн.

Со штрафом за лишние пункты: 2 балла за каждый правильный ответ (всего – 6 баллов); штраф –1 балл за каждое неверно выбранное созвездие.

2. Выбор одного из списка

Условие: Какую планету традиционно называют «утренней звездой»?

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Венера.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: Какая из указанных планет изображена на рис. 1.

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

Правильный ответ: Венера.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Возможное Решение.

1. Для наблюдателя, расположенного на земном экваторе, все небесные светила являются восходящими и заходящими. Невооруженным глазом с поверхности Земли можно наблюдать лишь пять классических планет: Меркурий, Венеру, Марс, Юпитер и Сатурн. В полночь над горизонтом могут располагаться лишь верхние планеты. Следовательно, невооруженным глазом в указанный момент времени можно наблюдать Марс, Юпитер и Сатурн.

2. «Утренней звездой» в астрономической литературе традиционно называют Венеру, поскольку она часто видна утром, перед восходом Солнца.



Рис. 1. Внешний вид планеты Солнечной системы в видимом свете.

3. На рисунке мы видим планету с атмосферой, в которой видны потоки газа, устремленные от полюсов к экватору. Кроме того, цветовая палитра от полюсов к экватору тоже изменяется от почти белых тонов до красно-оранжевых оттенков. Также заметна значительная асимметрия освещенной части ее диска. Все эти особенности является верными признаками внешнего вида Венеры.

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №2.К.2. «Планеты, их видимость и внешний вид (12 баллов)»

1. Выбор нескольких из списка

Условие: Какие из указанных планет (классических и карликовых) можно в принципе наблюдать невооруженным глазом на протяжении всей ночи над горизонтом, располагаясь на экваторе Земли?

Варианты ответов:

1. Меркурий,
2. Венера,
3. Марс,
4. Юпитер,
5. Сатурн,
6. Эрида,
7. Нептун,
8. Плутон,
9. Церера

Правильный ответ: Марс, Юпитер, Сатурн.

Со штрафом за лишние пункты: 2 балла за каждый правильный ответ (всего – 6 баллов); штраф –1 балл за каждое неверно выбранное созвездие.

2. Выбор одного из списка

Условие: Какая планета является самой яркой в принципе на земном небосводе?

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Венера.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: Какая из указанных планет изображена на рис. 2.

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

Правильный ответ: Марс.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

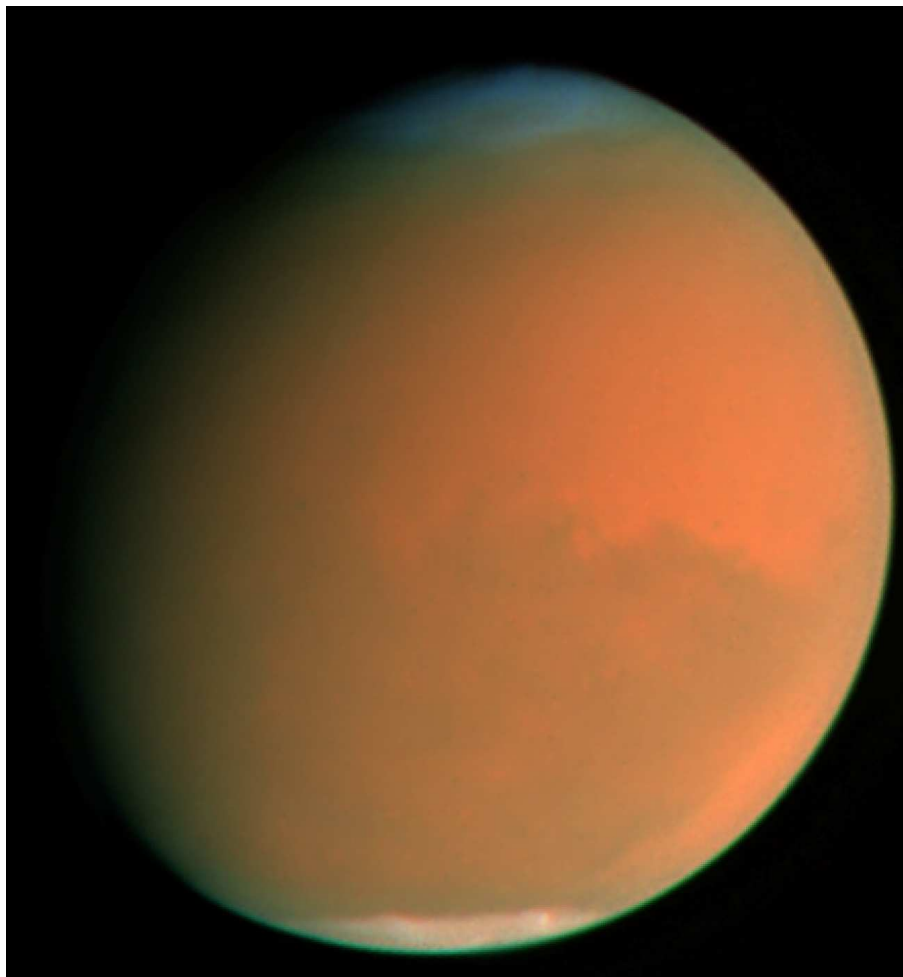


Рис. 2. Внешний вид планеты Солнечной системы в видимом свете.

Задание №3.К.1. «Годичное движение Солнца и зодиак (9 баллов)»

Общее условие: На рис. 4 представлена диаграмма видимого движения Солнца по зодиакальным созвездиям.

1. Выбор одного из списка

Условие: В каком созвездии располагается Солнце в день весеннего равноденствия (20-21 марта)?

Варианты ответов:

1. Овен,
2. Телец,
3. Близнецы,
4. Рак,
5. Лев,
6. Дева,
7. Весы,
8. Скорпион,
9. Змееносец,
10. Стрелец,
11. Козерог,
12. Водолей,
13. Рыбы

Правильный ответ: Рыбы.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

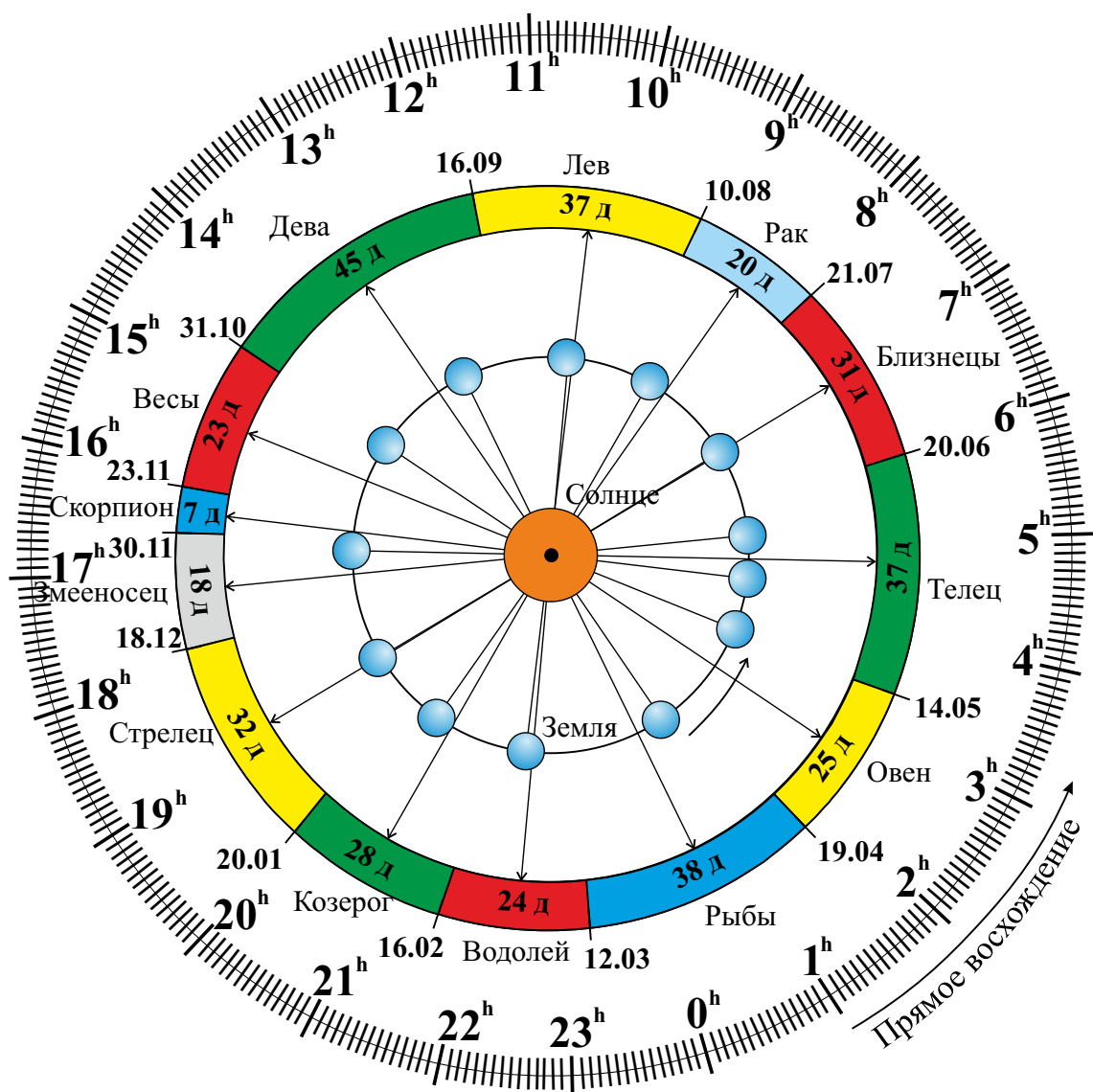


Рис. 3. Диаграмма видимого движения Солнца по зодиакальным созвездиям для воображаемого наблюдателя, расположенного над северным географическим полушарием, вдали от Земли (здесь Земля движется против часовой стрелки, указано стрелкой; на рисунке видно ее северное полушарие); длинными прямыми стрелками указаны направления проецирования Солнца на зодиакальные созвездия с точки зрения земного наблюдателя; указанные даты отвечают началу момента пребывания Солнца в данном созвездии. Продолжительность пребывания в созвездии указана в сутках (днях); указана шкала прямых восхождений.

2. Выбор одного из списка

Условие: Какое из представленных созвездий не является зодиакальным?

Варианты ответов:

1. Овен,
2. Телец,
3. Близнецы,
4. Рак,
5. Лев,
6. Дева,
7. Весы,
8. Скорпион,
9. Змееносец,
10. Стрелец,

11. Козерог,
12. Водолей,
13. Рыбы

Правильный ответ: Змееносец.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

3. Выбор нескольких из списка

Условие: В каком созвездии Солнце пребывает наибольшее количество дней в течение года?

Варианты ответов:

1. Овен,
2. Телец,
3. Близнецы,
4. Рак,
5. Лев,
6. Дева,
7. Весы,
8. Скорпион,
9. Змееносец,
10. Стрелец,
11. Козерог,
12. Водолей,
13. Рыбы

Правильный ответ: Дева.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Возможное Решение.

1. С использованием данной диаграммы легко убедиться в том, что Солнце в день весеннего равноденствия располагается в созвездии Рыбы.

2. В зодиак входят следующие 12 созвездий: Овен, Телец, Близнецы, Рак, Лев, Дева, Весы, Скорпион, Стрелец, Козерог, Водолей, Рыбы. И лишь Змееносец не входит в зодиак.

3. Из диаграммы очевидно, что наибольшее количество дней Солнце пребывает в созвездии Девы (45 дней).

Для клона №2 решение строится аналогично.

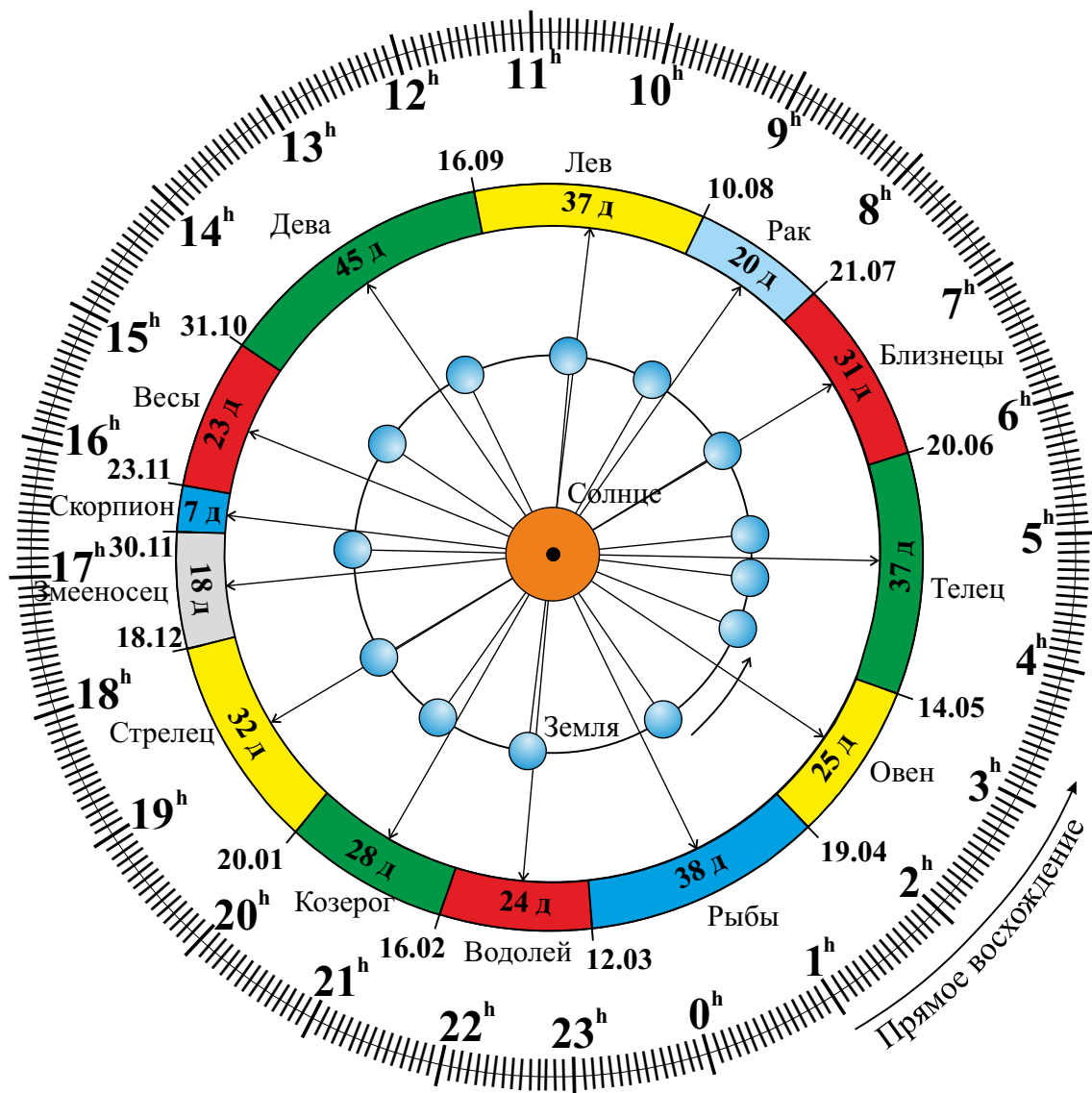


Рис. 4. Диаграмма видимого движения Солнца по зодиакальным созвездиям для воображаемого наблюдателя, расположенного над северным географическим полушарием, вдали от Земли (здесь Земля движется против часовой стрелки, указано стрелкой; на рисунке видно ее северное полушарие); длинными прямыми стрелками указаны направления проецирования Солнца на зодиакальные созвездия с точки зрения земного наблюдателя; указанные даты отвечают началу момента пребывания Солнца в данном созвездии. Продолжительность пребывания в созвездии указана в сутках (днях); указана шкала прямых восхождений.

Задание №3.К.2. «Годичное движение Солнца и зодиак (9 баллов)»

Общее условие: На рис. 4 представлена диаграмма видимого движения Солнца по зодиакальным созвездиям.

1. Выбор одного из списка

Условие: В каком созвездии располагается Солнце в день осеннего равноденствия (22-23 сентября)?

Варианты ответов:

1. Овен,
2. Телец,
3. Близнецы,
4. Рак,
5. Лев,

6. Дева,
7. Весы,
8. Скорпион,
9. Змееносец,
10. Стрелец,
11. Козерог,
12. Водолей,
13. Рыбы

Правильный ответ: Дева.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: Какое из представленных созвездий не является зодиакальным?

Варианты ответов:

1. Овен,
2. Телец,
3. Близнецы,
4. Рак,
5. Лев,
6. Дева,
7. Весы,
8. Скорпион,
9. Змееносец,
10. Стрелец,
11. Козерог,
12. Водолей,
13. Рыбы

Правильный ответ: Змееносец.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

3. Выбор нескольких из списка

Условие: В каком созвездии Солнце пребывает наименьшее количество дней в течение года?

Варианты ответов:

1. Овен,
2. Телец,
3. Близнецы,
4. Рак,
5. Лев,
6. Дева,
7. Весы,
8. Скорпион,
9. Змееносец,
10. Стрелец,
11. Козерог,
12. Водолей,
13. Рыбы

Правильный ответ: Скорпион.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

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

Задание №4.К.1. «Классические планеты и их крупнейшие спутники (12 баллов)»

1. Выбор одного из списка

Условие: У какой планеты нет естественных спутников?

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Меркурий.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. Сопоставление вариантов (один к одному)

Условие: Установите соответствие между планетами и их крупнейшими спутниками:

Варианты ответов:

1-ый столбец:

1. Марс,
2. Юпитер,
3. Сатурн,
4. Уран,
5. Нептун

2-ой столбец:

- A. Фобос,
- B. Ганимед,
- C. Титан,
- D. Титания,
- E. Тритон

Правильные ответы: (1,A); (2,B); (3,C); (4,D); (5,E).

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно определенную пару (всего – 10 баллов).

Возможное Решение.

1. Очевидно, в перечне ответов представлено шесть классических планет, среди которых лишь у Меркурия нет естественных спутников.

2. Из курса природоведения известно, что Фобос является крупнейшим спутником Марса, Ганимед – крупнейшим спутником Юпитера, Титан – крупнейшим спутником Сатурна, Титания – крупнейшим спутником Урана, Тритон – крупнейшим спутником Нептуна.

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №4.К.2. «Классические планеты и их крупнейшие спутники (12 баллов)»

1. Выбор одного из списка

Условие: У какой планеты нет естественных спутников?

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Венера.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. Сопоставление вариантов (один к одному)

Условие: Установите соответствие между планетами и их крупнейшими спутниками:

Варианты ответов:

1-ый столбец:

1. Марс,
2. Юпитер,
3. Сатурн,
4. Уран,
5. Нептун

2-ой столбец:

- A. Деймос,
- B. Каллисто,
- C. Рея,
- D. Оберон,
- E. Тритон

Правильные ответы: (1,A); (2,B); (3,C); (4,D); (5,E).

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно определенную пару (всего – 10 баллов).

Задание №5. «Дозор лесника (8 баллов)»

Общее условие: Прочитайте следующий фрагмент заметок из личного дневника лесника:

«В двадцатых числах сентября утром я выехал на осмотр вверенной мне территории, решив начать с северо-восточной границы. Как только солнце появилось над горизонтом, я отправился ему навстречу. Радовало, что все дороги в нашем районе абсолютно прямые, и вероятность ошибки мала, пусть лучи и слепят. Проехав так 15 км, я свернул на перекрестке налево, а еще через 20 км движения по шоссе топливный датчик сообщил, что левый бензобак автомобиля пуст, а в правом осталась лишь пара резервных литров горючего. Было ясно, что с таким запасом топлива до дома добраться не выйдет.

Из-за низкого машинопотока тщетно надеяться одолжить у кого-нибудь топлива. И тут я вспомнил, что поблизости расположен частный дом моего друга Ивана, заядлого охотника и рыболова, у которого наверняка найдется запас горючего. На ближайшем перекрестке я вновь повернул налево и проехал еще 10 км. Иван сразу пригласил меня выпить кофе с плюшками, и мы баловались ими добрых два часа, а потом отправились заправлять мой уазик. При осмотре бензобака мы обнаружили пробойну в его днище – надо бы почаще заезжать на техобслуживание. Пока мы ремонтировали бензобак и дозаправлялись, наступил полдень, и я покинул дом друга.

Решив добраться до дальней границы своей территории – асфальтированного лесного шоссе – по кратчайшему пути, я ехал по грунтовой дороге, и солнце все время слепило глаза в зеркало заднего вида. Спустя два часа движения со средней скоростью 30 км/ч я прибыл на место и обнаружил, что недавний ураган повалил много старых деревьев прямо на шоссе. Пришлось вызывать дорожную службу, и вплоть до полуночи мы вместе расчищали прямолинейный участок шоссе протяженностью 5 км, все время двигаясь в одном направлении. Когда стемнело, Полярная звезда светила мне в правое плечо.

После окончания дорожных работ я сел за руль и, свернув с шоссе налево, поехал домой с предельной для грунтовой дороги скоростью – 40 км/ч – и Полярная звезда светила мне вслед. Спустя 2 часа после последнего поворота я был дома....

Несмотря на то, что мне в этот день так и не удалось осмотреть всю свою территорию, на душе было тепло от встречи с другом и проделанной работы.»

1. Выбор одного из списка

Условие: Какая из представленных ниже последовательностей направлений движения (по отношению к сторонам света: N – север, S – юг, E – восток, W – запад) отвечает всем его перемещениям лесника, описанным во фрагменте?

Варианты ответов:

1. $\rightarrow N \rightarrow E \rightarrow S$,
2. $\rightarrow S \rightarrow E \rightarrow N \rightarrow E$,
3. $\rightarrow S \rightarrow E \rightarrow N \rightarrow E \rightarrow N \rightarrow E$,
4. $\rightarrow N \rightarrow E \rightarrow N \rightarrow E \rightarrow N \rightarrow E$,
5. $\rightarrow E \rightarrow N \rightarrow W \rightarrow N \rightarrow W \rightarrow S$,
6. $\rightarrow E \rightarrow W \rightarrow N \rightarrow W \rightarrow S \rightarrow W$,
7. $\rightarrow S \rightarrow E \rightarrow S \rightarrow W \rightarrow S$,
8. $\rightarrow W \rightarrow S \rightarrow W \rightarrow N \rightarrow W \rightarrow N \rightarrow E \rightarrow N \rightarrow W$

Правильный ответ: $\rightarrow E \rightarrow N \rightarrow W \rightarrow N \rightarrow W \rightarrow S$.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

2. Ввод числа в текстовое поле (ответ – целое число)

Условие: Какое суммарное расстояние преодолел лесник на своем автомобиле в этот день, согласно записям в дневнике? Ответ выразите в километрах.

Правильный ответ: 190.

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Возможное Решение.

1. Лесник отправился на встречу Солнцу в момент его восхода, значит он двигался на восток (E). Он повернул налево, значит он начал двигаться на север (N). На ближайшем перекрестке лесник свернул вновь налево, значит он начал двигаться на запад (W). В полдень Лесник отправился по лесной дороге так, что Солнце слепило его в зеркалах заднего вида, следовательно он двигался в полдень от солнца, в направлении севера (N). Дальше он двигался по участку асфальтированного шоссе так, что Полярная звезда все время светила ему в правое плечо, значит справа находился север, а двигался он лицом на запад (W). После лесник свернул налево, значит он начал двигаться на юг, удаляясь от Полярной звезды. В итоге имеем следующую цепочку: $E \rightarrow N \rightarrow W \rightarrow N \rightarrow W \rightarrow S$.

2. Полный путь, который преодолел лесник на своем автомобиле в описанном фрагменте, есть

$$S = 15 \text{ км} + 20 \text{ км} + 10 \text{ км} + 30 \text{ км/ч} \cdot 2 \text{ ч} + 5 \text{ км} + 40 \text{ км/ч} \cdot 2 \text{ ч} = 190 \text{ км}.$$



Рис. 5. Коллаж фотографий Земли (1), Луны (3) и Ганимеда (2).

Блок заданий №3. «Количественные задачи»

Задание №6.К.1. «Размеры небесных тел и единицы их измерения (9 баллов)»

1. Выбор нескольких из списка

Условие: Какие единицы измерения неприменимы для определения размеров небесных тел?

Варианты ответов:

1. Метр,
2. Секунда,
3. Радиус Земли,
4. Миля,
5. Диаметр Солнца,
6. Градус Цельсия

Правильный ответ: секунда, градус Цельсия.

Со штрафом за лишние пункты: 2 балла за каждый правильный ответ (всего – 4 балла); штраф –1 балл за каждое неверно выбранное созвездие.

2. Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне

Условие: На рис. 5 представлен коллаж из фотографий Земли (1), Ганимеда (2, спутник планеты-гиганта) и Луны (3), выполненный с сохранением масштаба. Используя лишь данную фотографию и линейку, определите, во сколько раз Земля больше Ганимеда? Ответ округлите до десятых.

Правильный ответ: [2.2, 2.4].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Возможное Решение.

1. Для определения размеров небесных тел можно применять следующие единицы измерения: метр, радиус Земли, миля, диаметр Солнца. Не применимы для этой цели такие единицы как секунда и градус Цельсия.

2. Для ответа на второй вопрос задачи необходимо с помощью линейки измерить диаметры Земли ($D_{\text{З}} = 93$ мм) и Ганимеда ($D_{\text{Г}} = 40$ мм). Отметим, что Ваши значения могут отличаться от указанных автором. Однако ответ на вопрос требует определения отношения измеренных величин:

$$\eta = \frac{D_{\text{З}}}{D_{\text{Г}}} \approx 2.3.$$

Для клона №2 решение строится аналогично.



Рис. 6. Коллаж фотографий Земли (1), Луны (3) и Ганимеда (2).

Задание №6.К.2. «Размеры небесных тел и единицы их измерения (9 баллов)»

1. Выбор нескольких из списка

Условие: Какие единицы измерения неприменимы для определения размеров небесных тел?

Варианты ответов:

1. Час,
2. Радиус Земли,
4. Диаметр Юпитера,
7. Сажень,
8. Грамм,
9. Километр

Правильный ответ: час, грамм.

Со штрафом за лишние пункты: 2 балла за каждый правильный ответ (всего – 4 балла); штраф –1 балл за каждое неверно выбранное созвездие.

2. Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне

Условие: На рис. 6 представлен коллаж из фотографий Земли (1), Ганимеда (2, спутник планеты-гиганта) и Луны (3), выполненный с сохранением масштаба. Используя лишь данную фотографию и линейку, определите, во сколько раз Ганимед больше Луны? Ответ округлите до десятых.

Правильный ответ: [1.5, 1.7].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Задание №7.К.1. «Свет к Земле и Луне (5 баллов)»

Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне

Условие: Свет от Солнца распространяется по всем направлениям со скоростью 300 тысяч км/с. Луна, двигаясь по круговой орбите (радиус которой равен 384400 км) вокруг Земли, в некоторый момент времени вышла на прямую «Солнце-Земля», расположившись между ними. Насколько раньше солнечный свет достигнет поверхности Луны, нежели поверхности Земли? Ответ выразите в секундах, округлите до десятых.

Правильный ответ: [1.2, 1.4].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Возможное Решение.

В указанный момент времени Луна попала на прямую «Солнце-Земля», расположившись между ними. Значит Луна была ближе к Солнцу чем Земля на величину радиуса ее круговой орбиты. Следовательно, до Земли солнечный свет будет идти еще расстояние, равное радиусу круговой орбиты Луны, потратив на это время, равное

$$\Delta t = \frac{R_{\text{Л}}}{c} = \frac{384400 \text{ км}}{300000 \text{ км/с}} \approx 1.3 \text{ с.}$$

Таким образом, на 1.3 секунды солнечный свет достигнет поверхности Луны раньше, нежели поверхности Земли.

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №7.К.2. «Свет к Земле и Луне (5 баллов)»

Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне

Условие: Свет от Солнца распространяется по всем направлениям со скоростью 300 тысяч км/с. Луна, двигаясь по круговой орбите (радиус которой равен 384400 км) вокруг Земли, в некоторый момент времени вышла на прямую «Солнце-Земля», расположившись с Солнцем по разные стороны относительно Земли. Насколько раньше солнечный свет достигнет поверхности Земли, нежели поверхности Луны? Ответ выразите в секундах, округлите до десятых.

Правильный ответ: [1.2, 1.4].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Задание №8.К.1. «Сутки, месяц, год (5 баллов)»

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

Условие: Как известно, продолжительность (звездных) суток на Луне составляет 27.3 земных суток. Какое количество лунных суток содержится в одном земном году (его продолжительность равна 365.26 земных суток)? Ответ округлите до десятых.

Правильный ответ: [13.3, 13.5].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Возможное Решение.

Очевидно, для определения искомого количества суток необходимо разделить продолжительность земного года на продолжительность суток Луны:

$$N = \frac{365.26 \text{ сут}}{27.3 \text{ сут}} \approx 13.4 \text{ лунных суток.}$$

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №8.К.2. «Сутки, месяц, год (5 баллов)»

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

Условие: Как известно, продолжительность лунного месяца (продолжительность цикла смены ее фаз) равен 29.5 земных суток. Какое количество лунных месяцев содержится в одном земном году (его продолжительность равна 365.26 земных суток)? Ответ округлите до десятых.

Правильный ответ: [12.3, 12.5].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Всероссийская олимпиада школьников 2023/2024 учебного года

Школьный этап

Астрономия

Разбор заданий

6-7 классы

Особенности комплекта задач:

1. Комплект содержит 8 поставленных задач.
 2. На решение задач школьного этапа школьникам отводится 50 минут.
 3. Задачи оцениваются 5-20 баллами.
 4. Максимально возможный балл в данной параллели – 80.
-
-

Блок заданий №1. «Качественные задачи начального уровня»

Задание №1.К.1. «Созвездия и яркие звезды (20 баллов)»

1. Выбор нескольких из списка

Условие: Каких созвездий **не** существует на современной карте звездного неба?

Варианты ответов:

1. Андромеда,
2. Кассиопея,
3. Еврисфей,
4. Геркулес,
5. Гера,
6. Персей,
7. Гефест,
8. Орион,
9. Цефей

Правильный ответ: Еврисфей, Гера, Гефест.

Со штрафом за лишние пункты: 2 балла за каждый правильный ответ (всего – 6 баллов); штраф –1 балл за каждое неверно выбранное созвездие.

2. Выбор на изображении

Условие: Каких ярких звезд (с собственными именами) не существует на современной карте звездного неба?

Варианты ответов:

1. Алькор,
2. Ахернар,
3. Токамак,
4. Вега,
5. Бресеида,
6. Арктур,
7. Фекда,
8. Полундра,
9. Регул

Правильный ответ: Токамак, Бресеида, Полундра.

Со штрафом за лишние пункты: 2 балла за каждый правильный ответ (всего – 6 баллов); штраф –1 балл за каждое неверно выбранное созвездие.

3. Сопоставление (один к одному)

Условие: Установите соответствие между звездами и созвездиями, в которых они находятся.

1-ый столбец:

1. Дубхе,
2. Антарес,
3. Ригель,
4. Процион

2-ый столбец:

- A. Большая Медведица,
- B. Скорпион,
- C. Орион,
- D. Малый Пес

Правильный ответ: (1,A); (2,B); (3,C); (4,D).

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно определенную пару (всего – 8 баллов).

Возможное Решение.

1. Можно легко вспомнить, что на картах звездного неба существуют из представленных созвездий: Андромеда, Кассиопея, Геркулес, Орион, Персей, Цефей. И лишь Еврисфей, Гера, Гефест не являются названиями созвездий современной карты звездного неба.

2. К ярким звездам относятся Алькор, Ахернар, Вега, Арктур, Акрукс, Регул. Не существует звезд с названиями Токамак, Бресеида, Полундра.

3. Как известно, созвездию Большой Медведицы принадлежит звезда Дубхе, в созвездии Скорпиона располагается звезда Антарес, в созвездии Ориона – Ригель, в созвездии Малый Пес – Процион.

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. «Созвездия и яркие звезды (20 баллов)»

1. Выбор нескольких из списка

Условие: Каких созвездий **не** существует на современной карте звездного неба?

Варианты ответов:

1. Журавль,
2. Орел,
3. Страус,
4. Пегас,
5. Кентавр,
6. Рысь,
7. Пантера,
8. Летучая мышь,
9. Феникс

Правильный ответ: Страус, Пантера, Летучая мышь.

Со штрафом за лишние пункты: 2 балла за каждый правильный ответ (всего – 6 баллов); штраф –1 балл за каждое неверно выбранное созвездие.

2. Выбор на изображении

Условие: Каких ярких звезд (с собственными именами) не существует на современной карте звездного неба?

Варианты ответов:

1. Поллукс,
2. Лабрадор,
3. Спика,
4. Альтаир,
5. Кастор,
6. Гибралтар,
7. Беллатрикс,
8. Популос,
9. Толиман

Правильный ответ: Лабрадор, Гибралтар, Популос.

Со штрафом за лишние пункты: 2 балла за каждый правильный ответ (всего – 6 баллов); штраф –1 балл за каждое неверно выбранное созвездие.

3. Сопоставление (один к одному)

Условие: Установите соответствие между звездами и созвездиями, в которых они находятся.

1-ый столбец:

1. Кастор,
2. Мицар,
3. Капелла,
4. Гемма

2-ый столбец:

- A. Близнецы,
- B. Большая Медведица,
- C. Возничий,
- D. Северная корона

Правильный ответ: (1,A); (2,B); (3,C); (4,D).

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно определенную пару (всего – 8 баллов).

Задание №2.К.1. «Планеты, их видимость и внешний вид (10 баллов)»

1. Выбор нескольких из списка

Условие: Какие из указанных планет невозможно в принципе наблюдать в полночь над горизонтом, располагаясь на экваторе Земли?

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Меркурий, Венера.

Со штрафом за лишние пункты: 2 балла за каждый правильный ответ (всего – 4 балла); штраф –1 балл за каждое неверно выбранное созвездие.

2. Выбор одного из списка

Условие: Какую планету традиционно называют «Красной планетой»?

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Марс.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: В атмосфере какой планеты бушуют самые быстрые ветры в Солнечной системе?

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Нептун.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

4. Выбор одного из списка

Условие: Какая из указанных планет изображена на рис. 1.

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

Правильный ответ: Уран.



Рис. 1. Внешний вид планеты Солнечной системы в видимом свете.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Возможное Решение.

1. Для наблюдателя, расположенного на земном экваторе, все небесные светила являются восходящими и заходящими. В полночь над горизонтом могут располагаться лишь верхние планеты. Следовательно, невозможно в принципе наблюдать в полночь над горизонтом Меркурий и Венеру.

2. «Красной планетой» в астрономической литературе традиционно называют Марс, поскольку он представляется земному наблюдателю в красно-оранжевых оттенках.

3. Самые быстрые ветры бушуют в атмосфере Нептуна – хорошо известный факт из курса природоведения.

4. На рисунке мы видим планету с плотной атмосферой (сквозь нее не видно каких-либо форм рельефа) бирюзового цвета. Этот цвет не характерен для Венеры, единственной планеты земной группы с плотной непрозрачной атмосферой. Значит это планета-гигант. Очевидно, что это не Юпитер и не Сатурн, поскольку у первого имеется оранжевая полосатая атмосфера, а у второй – в ее окрестности мощная сплошная система колец. Очевидно, что это не Нептун, поскольку цвет его атмосферы синий. Значит это Уран. Действительно, цвет атмосферы этой планеты имеет преимущественно зеленый (бирюзовый) цвет. В пользу Урана также указывает система из трех разреженных колец.

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №2.К.2. «Планеты, их видимость и внешний вид (10 баллов)»

1. Выбор нескольких из списка

Условие: Какие из указанных планет могут наблюдаться на фоне Солнца?

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Меркурий, Венера.

Со штрафом за лишние пункты: 2 балла за каждый правильный ответ (всего – 4 балла); штраф –1 балл за каждое неверно выбранное созвездие.

2. Выбор одного из списка

Условие: Какая планета обладает самой массивной системой колец в Солнечной системе?

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Сатурн.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: В атмосфере какой планеты бушует ураган "Большое красное пятно"?

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Юпитер.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

4. Выбор одного из списка

Условие: Какая из указанных планет изображена на рис. 2.

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

Правильный ответ: Нептун.

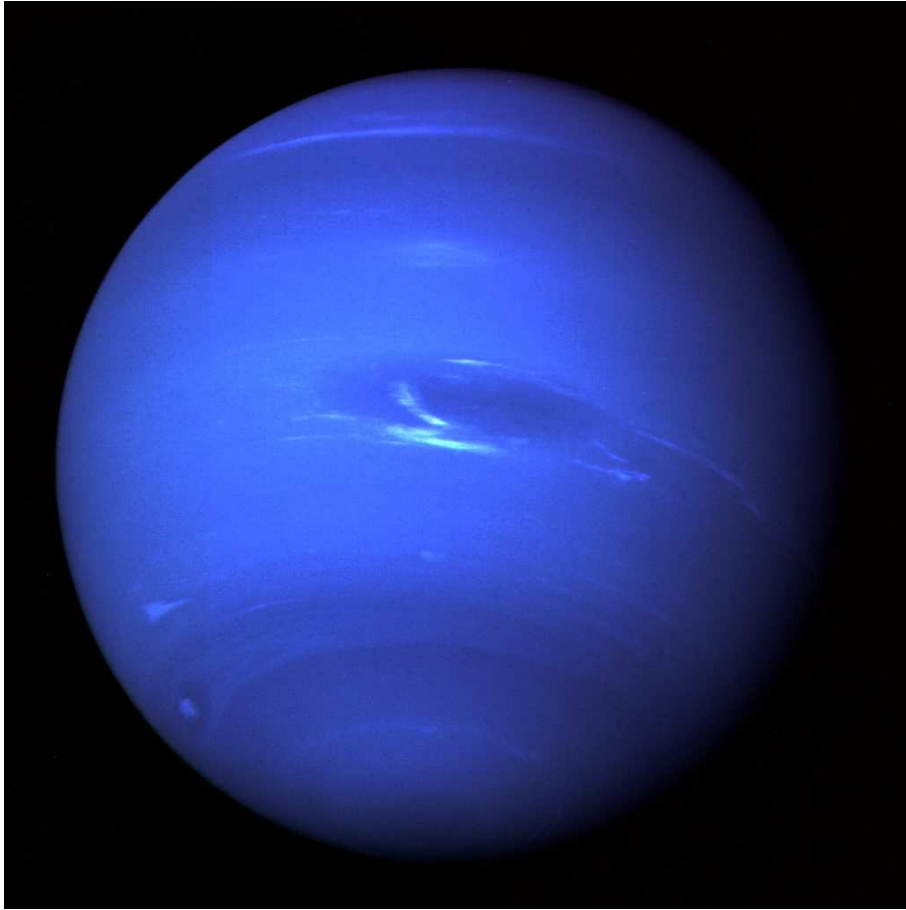


Рис. 2. Внешний вид планеты Солнечной системы в видимом свете.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

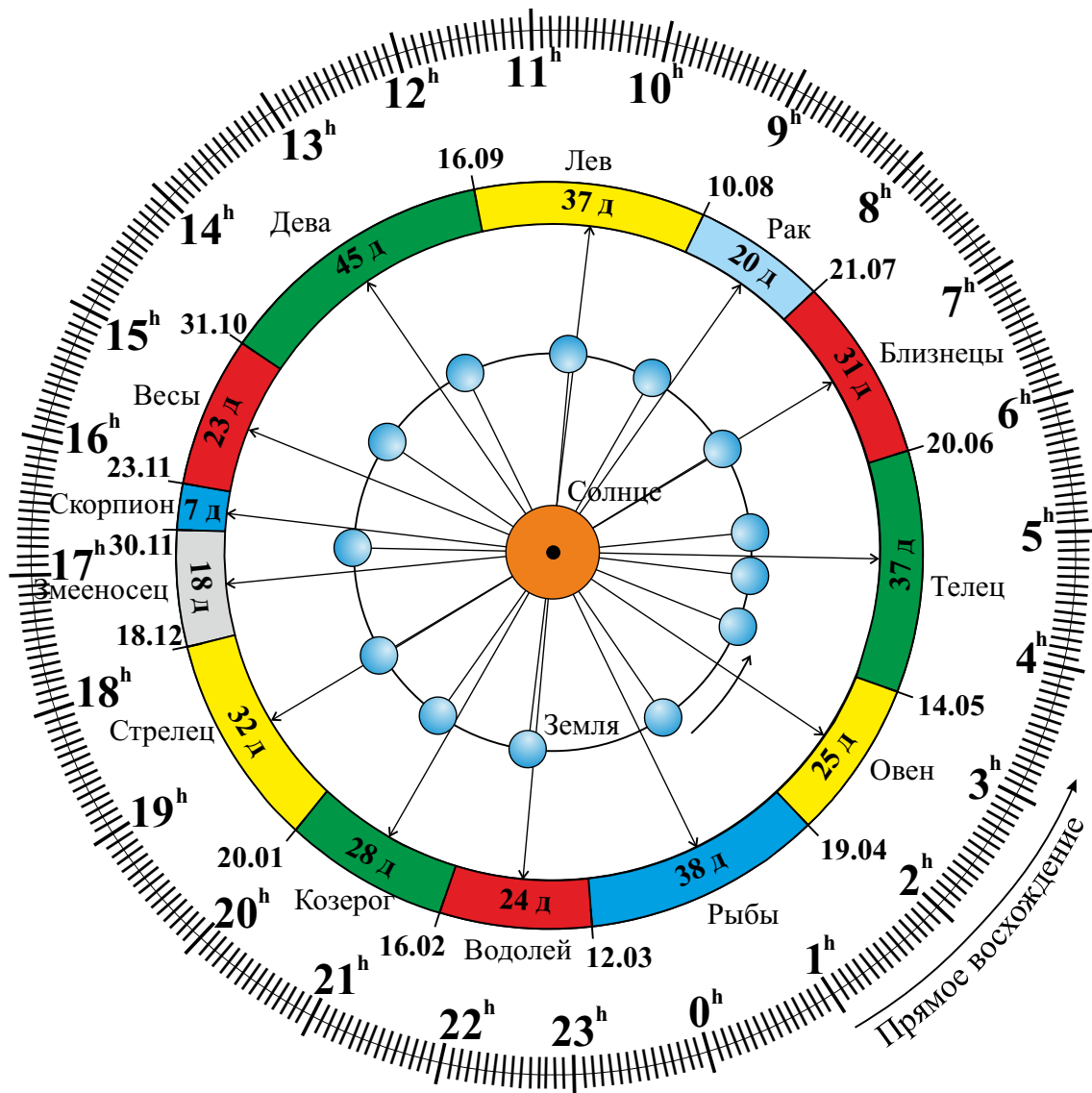


Рис. 3. Диаграмма видимого движения Солнца по зодиакальным созвездиям для воображаемого наблюдателя, расположенного над северным географическим полушарием, вдали от Земли (здесь Земля движется против часовой стрелки, указано стрелкой; на рисунке видно ее северное полушарие); длинными прямыми стрелками указаны направления проецирования Солнца на зодиакальные созвездия с точки зрения земного наблюдателя; указанные даты отвечают началу момента пребывания Солнца в данном созвездии. Продолжительность пребывания в созвездии указана в сутках (днях); указана шкала прямых восхождений.

Задание №3.К.1. «Годичное движение Солнца и зодиак (12 баллов)»

Общее условие: На рис. 4 представлена диаграмма видимого движения Солнца по зодиакальным созвездиям.

1. Выбор одного из списка

Условие: В каком созвездии располагается Солнце в момент его летнего солнцестояния (не позже 20 июня)?

Варианты ответов:

1. Овен,
2. Телец,
3. Близнецы.
4. Рак,
5. Лев,

6. Дева,
7. Весы,
8. Скорпион,
9. Змееносец,
10. Стрелец,
11. Козерог,
12. Водолей,
13. Рыбы

Правильный ответ: Телец.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: Сколько дней (суток) Солнце пребывает в том созвездии, в котором оно располагается 1 января?

Варианты ответов:

1. 45,
2. 38,
3. 37,
4. 32,
5. 31,
6. 28,
7. 25,
8. 24,
9. 23,
10. 20,
11. 18,
12. 7

Правильный ответ: 32.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

3. Соответствие несколько к одному

Условие: Выберите ровно 3 созвездия, в которых Солнце пребывает наибольшее количество дней, и расположите их в порядке убывания этого количества.

Варианты ответов:

1-й столбец

1. Овен,
2. Телец,
3. Близнецы,
4. Рак,
5. Лев,
6. Дева,
7. Весы,
8. Скорпион,
9. Змееносец,
10. Стрелец,
11. Козерог,
12. Водолей,
13. Рыбы

2-й столбец

1-е место,

2-е место,

3-е место

Правильный ответ: (1-е место, Дева), (2-е место, Рыбы), (3-е место, Телец) или (3-е место, Лев).

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно составленную строчку рейтинга (всего – 6 баллов).

Возможное Решение.

1. Как известно, летнее солнцестояние происходит в России 20-21 июня. С использованием данной диаграммы легко убедиться в том, что Солнце в день летнего солнцестояния (не позже 20 июня) располагается в созвездии Тельца.

2. Согласно данной диаграмме, 1 января Солнце пребывает в созвездии Стрельца, в котором оно находится (согласно той же диаграмме) 32 дня.

3. Согласно данной диаграмме, наибольшее количество дней (45 дней) Солнце пребывает в созвездии Девы (1-е место), 38 дней Солнце прибывает в созвездии Рыбы (2-е место), в созвездиях Тельца и Льва Солнце пребывает по 37 дней (3-е место).

Для клона №2 решение строится аналогично.

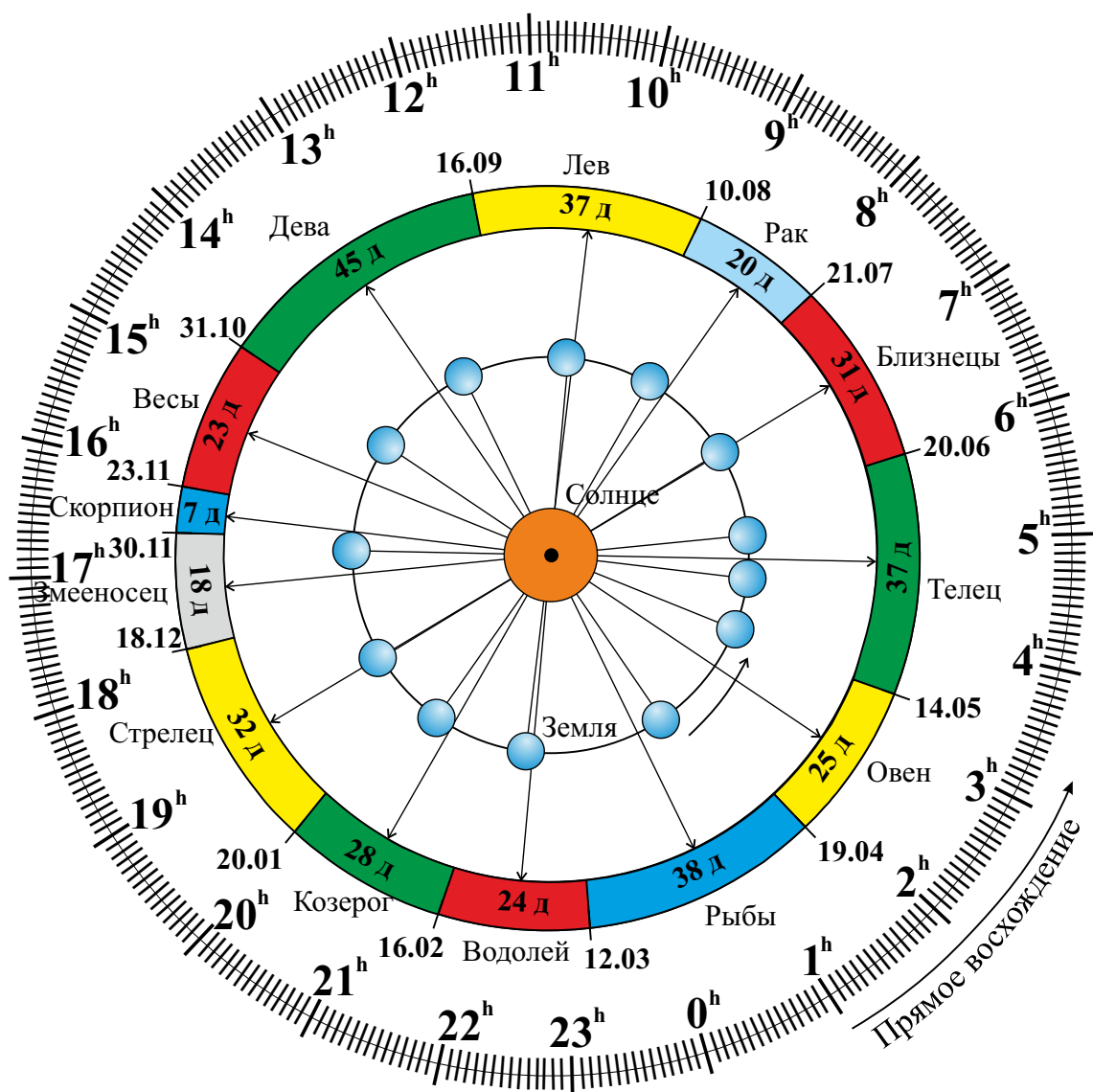


Рис. 4. Диаграмма видимого движения Солнца по зодиакальным созвездиям для воображаемого наблюдателя, расположенного над северным географическим полушарием, вдали от Земли (здесь Земля движется против часовой стрелки, указано стрелкой; на рисунке видно ее северное полушарие); длинными прямыми стрелками указаны направления проецирования Солнца на зодиакальные созвездия с точки зрения земного наблюдателя; указанные даты отвечают началу момента пребывания Солнца в данном созвездии. Продолжительность пребывания в созвездии указана в сутках (днях); указана шкала прямых восхождений.

Задание №3.К.2. «Годичное движение Солнца и зодиак (12 баллов)»

Общее условие: На рис. 4 представлена диаграмма видимого движения Солнца по зодиакальным созвездиям.

1. Выбор одного из списка

Условие: В каком созвездии располагается Солнце в момент его зимнего солнцестояния (21-22 декабря)?

Варианты ответов:

1. Овен,
2. Телец,
3. Близнецы,
4. Рак,
5. Лев,

6. Дева,
7. Весы,
8. Скорпион,
9. Змееносец,
10. Стрелец,
11. Козерог,
12. Водолей,
13. Рыбы

Правильный ответ: Стрелец.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: Какое количество дней (суток) Солнце пребывает в том созвездии, в котором оно располагается 8 марта?

Варианты ответов:

1. 45,
2. 38,
3. 37,
4. 32,
5. 31,
6. 28,
7. 25,
8. 24,
9. 23,
10. 20,
11. 18,
12. 7

Правильный ответ: 24.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

3. Соответствие нескольких одному

Условие: Выберите ровно 3 созвездия, в которых Солнце пребывает наименьшее количество дней, и расположите их в порядке возрастания этого количества.

Варианты ответов:

1-й столбец

1. Овен,
2. Телец,
3. Близнецы,
4. Рак,
5. Лев,
6. Дева,
7. Весы,
8. Скорпион,
9. Змееносец,
10. Стрелец,
11. Козерог,
12. Водолей,
13. Рыбы

2-й столбец

1-е место,

2-е место,

3-е место

Правильный ответ: (1-е место, Скорпион), (2-е место, Змееносец), (3-е место, Рак).

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно составленную строчку рейтинга (всего – 6 баллов).

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

Задание №4.К.1. «Классические планеты и их крупнейшие спутники (12 баллов)»

1. Выбор одного из списка

Условие: У какой планеты сегодня насчитывается наибольшее количество естественных спутников?

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Сатурн.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: Какой из перечисленных спутников не имеет шарообразной формы?

Варианты ответов:

1. Фобос,
2. Ганимед,
3. Тефия,
4. Каллисто,
5. Европа,
6. Ио,
7. Титан,
8. Рея,
9. Тритон

Правильный ответ: Фобос.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

3. Выбор нескольких из списка

Условие: В табл. 1 представлены минимальные и максимальные возможные значения гелиоцентрических расстояний классических планет.

Планета	r_{\min} , а.е.	r_{\max} , а.е.	Планета	r_{\min} , а.е.	r_{\max} , а.е.	Планета	r_{\min} , а.е.	r_{\max} , а.е.
Меркурий	0.3074	0.4667	Марс	1.381	1.666	Уран	18.376	20.083
Венера	0.7184	0.7282	Юпитер	4.950	5.458	Нептун	29.766	30.441
Земля	0.9833	1.0167	Сатурн	9.048	10.116	—	—	—

Таблица 1. Минимальное и максимальное значения гелиоцентрических расстояний классических планет Солнечной системы.

Какие из представленных спутников располагаются на расстояниях от 5.0 до 5.5 астрономических единиц от Солнца?

Варианты ответов:

1. Фобос,
2. Ганимед,
3. Тефия,

4. Каллисто,
5. Европа,
6. Ио,
7. Титан,
8. Рея,
9. Тритон

Правильный ответ: Ганимед, Каллисто, Европа, Ио.

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждый правильно названный спутник (всего - 8 баллов).

Возможное Решение.

1. Рекордсменом по количеству спутников сегодня является Сатурн. Он обладает 146 спутниками.

2. Среди девяти крупнейших спутников больших планет лишь Фобос обладает неправильной формой. В этом можно легко убедиться, посмотрев на его фотографию.

3. Прежде всего необходимо определить большую планету, которая располагается от Солнца на приблизительно таких же расстояниях. Согласно данной таблице, очевидно, это Юпитер. Спутниками Юпитера в данном списке являются Ганимед, Каллисто, Европа, Ио.

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №4.К.2. «Классические планеты и их крупнейшие спутники (12 баллов)»

1. Выбор одного из списка

Условие: У какой планеты существуют спутники лишь неправильной формы?

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Марс.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: Какой из представленных спутников имеет плотную азотную атмосферу?

Варианты ответов:

1. Фобос,
2. Ганимед,
3. Тефия,
4. Каллисто,
5. Европа,
6. Ио,
7. Титан,
8. Рея,
9. Тритон

Правильный ответ: Титан.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

3. Выбор нескольких из списка

Условие: В табл. 2 представлены минимальные и максимальные возможные значения гелиоцентрических расстояний классических планет.

Планета	r_{\min} , а.е.	r_{\max} , а.е.	Планета	r_{\min} , а.е.	r_{\max} , а.е.	Планета	r_{\min} , а.е.	r_{\max} , а.е.
Меркурий	0.3074	0.4667	Марс	1.381	1.666	Уран	18.376	20.083
Венера	0.7184	0.7282	Юпитер	4.950	5.458	Нептун	29.766	30.441
Земля	0.9833	1.0167	Сатурн	9.048	10.116	—	—	—

Таблица 2. Минимальное и максимальное значения гелиоцентрических расстояний классических планет Солнечной системы.

Какие из представленных спутников располагаются на расстояниях от 9.0 до 10.1 астрономических единиц от Солнца?

Варианты ответов:

1. Фобос,
2. Ганимед,
3. Тефия,
4. Каллисто,
5. Европа,
6. Ио,
7. Титан,

8. Рея,
9. Диона

Правильный ответ: Титан, Рея, Тефия, Диона.

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждый правильно названный спутник (всего - 8 баллов).

Задание №5. «Путь военного летчика (6 баллов)»

Общее условие: Прочитайте следующий фрагмент из бортового журнала военного летчика:

«В финальный день военных учений передо мной стояла важная задача. Рано утром по приказу я поднял свой истребитель в воздух и начал движение строго от восходящего солнца. Пролетев 300 км по прямой, я внезапно зафиксировал по правому борту самолет условного противника. Выполнив разворот на 90 градусов, я пошел на сближение с ним со скоростью 1200 км/ч. Спустя 10 минут после поворота меня атаковали наземные войска неприятеля. Уворачиваясь от наземных атак, я вынужден был вновь изменить курс на 90 градусов, снова повернув направо, и двигаться по прямой на протяжении 400 км. После диспетчер дал команду взять курс на север и пролететь 300 км, а затем продолжить полет в направлении, в котором я стартовал с аэродрома, пытаясь обойти противника с фланга.

Пролетев по прямой 600 км на минимальной скорости и не обнаружив наземных целей, я решил изменить курс, развернувшись на 90° и двигаясь навстречу полуденному солнцу. Я преодолел на предельной скорости 1500 км/ч путь по прямой в течение 1/3 часа и внезапно обнаружил под собой наземные цели противника, по которым открыл огонь. Все учебные мишени были поражены.

Двигаясь на протяжении последующих 600 км таким образом, что послеполуденное солнце мне светило в левое плечо, я достиг аэродрома условного союзника для дозаправки. На закате я взял курс на базу. Ситуация осложнялась тем, что через камеру заднего вида меня постоянно слепило багровое солнце»

1. Выбор одного из списка

Условие: Какая из представленных ниже последовательностей направлений движения летчика (по отношению к сторонам света: N – север, S – юг, E – восток, W – запад) отвечает всем его перемещениям, описанным во фрагменте?

Варианты ответов:

1. $\rightarrow W \rightarrow S \rightarrow N$,
2. $\rightarrow S \rightarrow E \rightarrow N \rightarrow E$,
3. $\rightarrow W \rightarrow N \rightarrow E \rightarrow S \rightarrow N \rightarrow E$,
4. $\rightarrow N \rightarrow E \rightarrow N \rightarrow E \rightarrow N \rightarrow E$,
5. $\rightarrow W \rightarrow N \rightarrow E \rightarrow N \rightarrow W \rightarrow S \rightarrow W \rightarrow E$,
6. $\rightarrow E \rightarrow W \rightarrow N \rightarrow W \rightarrow S \rightarrow W$,
7. $\rightarrow S \rightarrow E \rightarrow S \rightarrow W \rightarrow S$,
8. $\rightarrow W \rightarrow S \rightarrow W \rightarrow N \rightarrow W \rightarrow N \rightarrow E \rightarrow N \rightarrow W$

Правильный ответ: $\rightarrow W \rightarrow N \rightarrow E \rightarrow N \rightarrow W \rightarrow S \rightarrow W \rightarrow E$.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

2. Ввод числа в текстовое поле (ответ – целое число)

Условие: Какое суммарное расстояние преодолел летчик на своем истребителе от взлета до приземления на аэродроме союзников, согласно фрагменту бортового журнала? Ответ выразите в километрах.

Правильный ответ: 2900.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Возможное Решение.

1. Летчик отправился в полет на истребителе точно от восходящего Солнца, значит он двигался на запад (W). Увидев самолет "противника" он повернул направо на 90°, значит он начал двигаться на север (N). После атаки наземных войск неприятеля он вновь повернул направо на

90° , значит он начал двигаться на восток (E). После команды диспетчера он отправился на север (N). После летчик взял первоначальный курс, т.е. он начал двигаться на запад (W). Далее он двигался навстречу полуденному Солнцу, значит он двигался на юг (S). Далее летчик изменил курс, двигаясь по прямой так, что послеполуденное Солнце ему все время светило в левое плечо. Поскольку прошло мало времени после полудня, то Солнце располагалось преимущественно в южном направлении. Значит летчик держал курс на запад (W). Взяв курс на родной аэродром, Солнце на закате его слепило в камере заднего вида. Значит сам самолет двигался на восток (E). В итоге имеем следующую цепочку: $\rightarrow W \rightarrow N \rightarrow E \rightarrow N \rightarrow W \rightarrow S \rightarrow W \rightarrow E$.

2. Полный путь, который преодолел летчик на своем истребителе в описанном фрагменте, есть

$$S = 300 \text{ км} + 1200 \text{ км/ч} \cdot \frac{1}{6} \text{ ч} + 400 \text{ км} + 300 \text{ км} + 600 \text{ км} + 1500 \text{ км/ч} \cdot \frac{1}{3} \text{ ч} + 600 \text{ км} = 2900 \text{ км}.$$



Рис. 5. Коллаж фотографий Земли (1), Луны (2) и Европы (3).

Блок заданий №3. «Количественные задачи»

Задание №6.К.1. «Свойства небесных тел и единицы их измерения (9 баллов)»

1. Выбор нескольких из списка

Условие: Какие единицы измерения неприменимы для определения масс небесных тел??

Варианты ответов:

1. Килограмм,
2. Стадий,
3. Грамм,
4. Центнер,
5. Тонна,
6. Сажень

Правильный ответ: стадий, сажень.

Со штрафом за лишние пункты: 2 балла за каждый правильный ответ (всего – 4 балла); штраф –1 балл за каждую неверно выбранную единицу измерения.

2. Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне

Условие: На рис. 5 представлен коллаж из фотографий Земли (1), Луны (2) и Европы (3, спутник планеты-гиганта) с сохранением масштаба. Используя лишь данную фотографию и линейку, определите, во сколько раз Земля больше Европы? Ответ округлите до десятых.

Правильный ответ: [4.1, 4.5].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Возможное Решение.

1. Для определения масс небесных тел можно применять следующие единицы измерения: килограмм, грамм, центнер, тонна. Не применимы для этой цели такие единицы как стадий и сажень. Последние являются единицами длины.

2. Для ответа на второй вопрос задачи необходимо с помощью линейки измерить диаметры

Земли ($D_3 = 142$ мм) и Европы ($D_{\text{ЕВ}} = 33$ мм). Отметим, что Ваши значения могут отличаться от указанных автором. Однако ответ на вопрос требует определения отношения измеренных величин и не зависит от размеров используемой картинки:

$$\eta = \frac{D_3}{D_{\text{ЕВ}}} \approx 4.3.$$

Для клона №2 решение строится аналогично.



Рис. 6. Коллаж фотографий Земли (1), Луны (2) и Европы (3).

Задание №6.К.2. «Размеры небесных тел и единицы их измерения (9 баллов)»

1. Выбор нескольких из списка

Условие: Какие единицы измерения неприменимы для определения масс небесных тел?

Варианты ответов:

1. Килограмм,
2. Аршин,
3. Грамм,
4. Центнер,
5. Тонна,
6. Фут

Правильный ответ: аршин, фут.

Со штрафом за лишние пункты: 2 балла за каждый правильный ответ (всего – 4 балла); штраф –1 балл за каждую неверно выбранную единицу измерения.

2. Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне

Условие: На рис. 6 представлен коллаж из фотографий Земли (1), Луны (2) и Европы (3, спутник планеты-гиганта) с сохранением масштаба. Используя лишь данную фотографию и линейку, определите, во сколько раз Луна больше Европы? Ответ округлите до десятых.

Правильный ответ: [1.1, 1.3].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Задание №7.К.1. «Солнечный свет и ветер (5 баллов)»

Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне

Условие: Расстояние от Солнца до Земли свет проходит за 500 секунд, распространяясь со скоростью 300000 км/с. Потоки заряженных частиц, испускаемых Солнцем и называемых солнечным ветром, распространяются в окосолнечном пространстве со скоростью 400 км/с. Какое количество суток необходимо ветру, чтобы пройти тоже расстояние. Ответ округлить до десятых.

Правильный ответ: [4.2, 4.4].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Возможное Решение.

Свет за указанный промежуток времени $\Delta t_1 = 500$ с преодолевает расстояние от Солнца до Земли:

$$S = c \cdot \Delta t_1 = 150000000 \text{ км.}$$

Тот же расстояние солнечный ветер пройдет за время:

$$\Delta t_2 = \frac{S}{v} = \frac{c \cdot \Delta t_1}{v} = 375000 \text{ с} = 4.3 \text{ сут.}$$

При записи последнего результата учтено, что одни земные сутки содержат 86400 секунд.

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №7.К.2. «Солнечный свет и ветер (5 баллов)»

Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне

Условие: Во время солнечной вспышки с поверхности Солнца испускается не только свет но и потоки быстрых заряженных частиц. Расстояние от Солнца до Земли свет проходит за 500 секунд, распространяясь со скоростью 300000 км/с. Эти потоки заряженных частиц, называемых солнечным ветром, распространяются в окосолнечном пространстве со скоростью 1200 км/с. Какое количество суток необходимо ветру, чтобы пройти тоже расстояние. Ответ округлить до десятых.

Правильный ответ: [1.4, 1.6].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Задание №8.К.1. «Сутки, месяц, год на Марсе (5 баллов)»

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

Условие: Продолжительность суток на Марсе составляет 24 часа 40 минут, а продолжительность года – 687 земных суток. Какое количество марсианских суток содержит один марсианский год? Ответ следует округлить до целых.

Правильный ответ: [666, 670].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Возможное Решение.

Очевидно, для определения искомого количества суток необходимо разделить продолжительность марсианского года на продолжительность марсианских суток:

$$N = \frac{687 \text{ сут}}{1.028 \text{ сут}} \approx 668 \text{ марсианских суток.}$$

При записи последнего результата учтено, что продолжительность марсианских суток составляет: 24 часа 40 минут = 24.67 часа = 1.028 сут.

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №8.К.2. «Сутки на Фобосе и его затмения (5 баллов)»

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

Условие: Продолжительность суток у Фобоса (спутника Марса) составляет 7 часов 40 минут. Продолжительность марсианского года 687 земных суток. Какое количество фобосовских суток содержит один марсианский год? Ответ следует округлить до целых.

Правильный ответ: [2145, 2155].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

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.

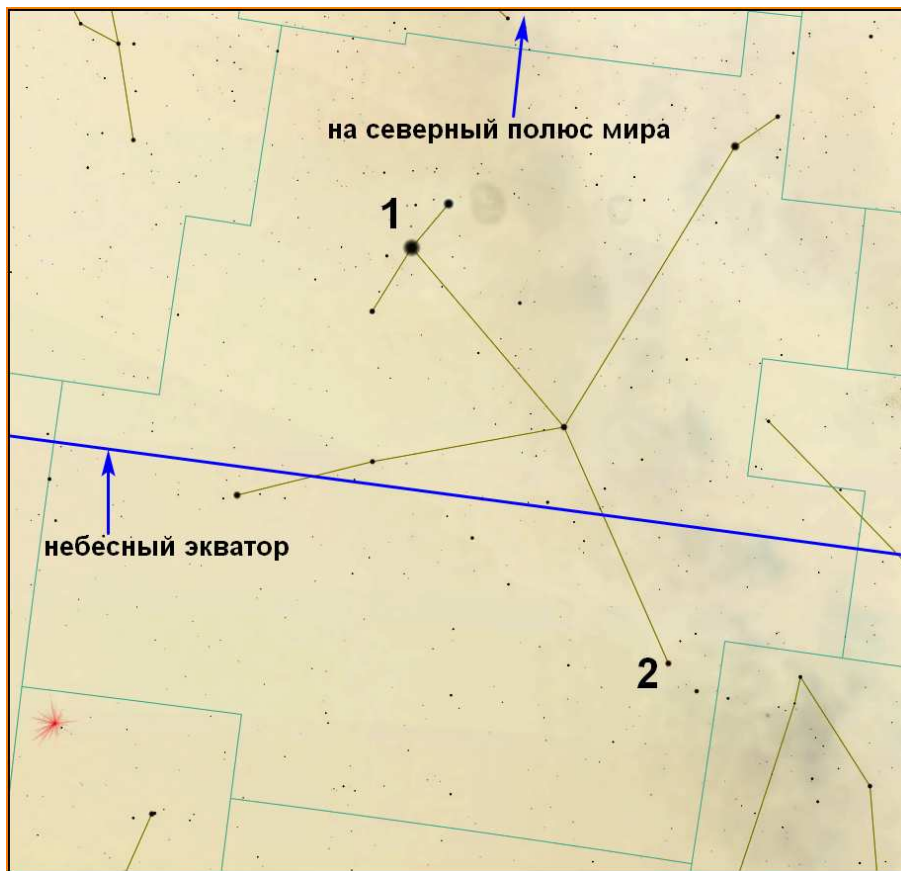


Рис. 1. Фрагмент звездной карты.

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.

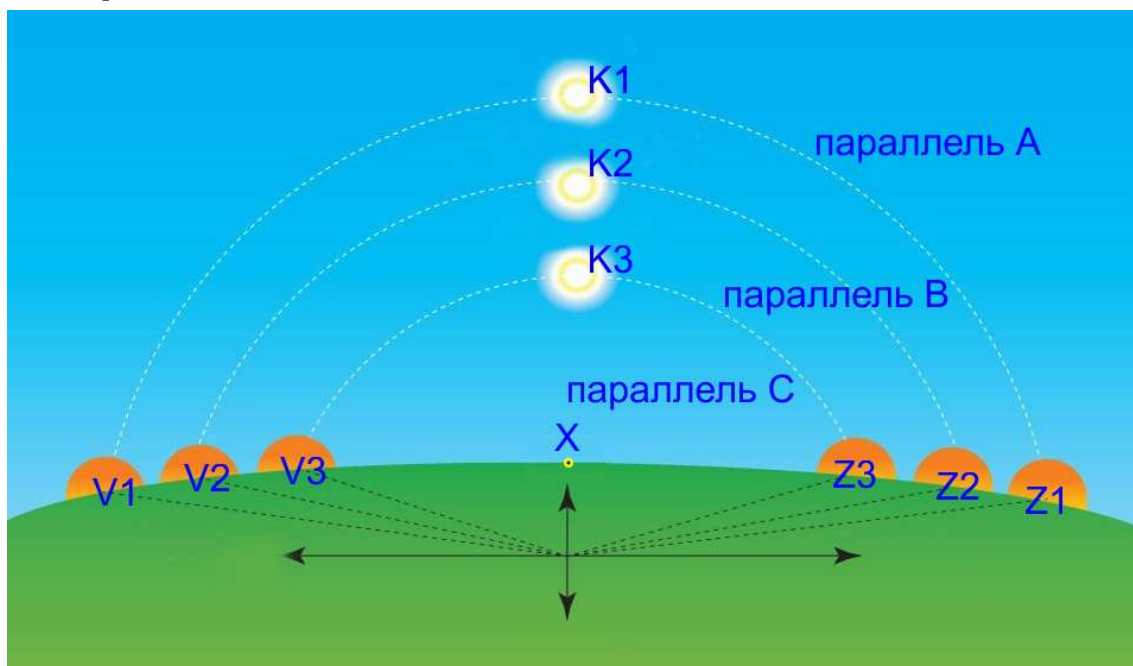


Рис. 3. Суточные параллели (А, В, С), которые описывает Солнце в течение года. Буквами V обозначены его точки восхода, а буквами Z – точки заката.

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.

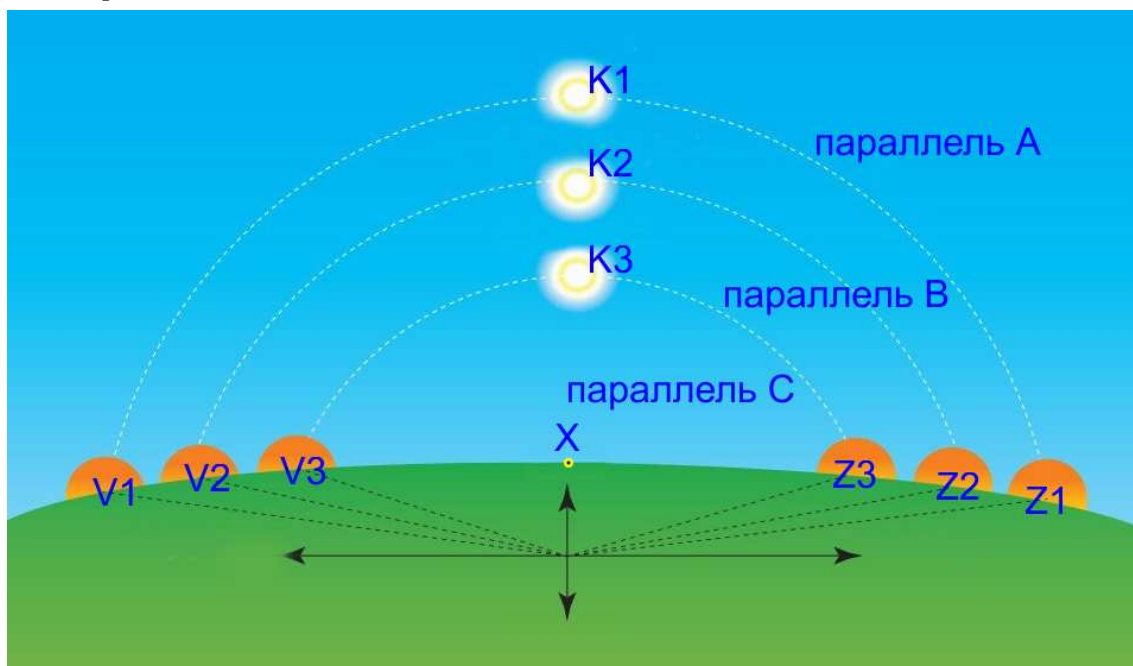


Рис. 4. Суточные параллели (А, В, С), которые описывает Солнце в течение года. Буквами *V* обозначены его точки восхода, а буквами *Z* – точки заката.

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!

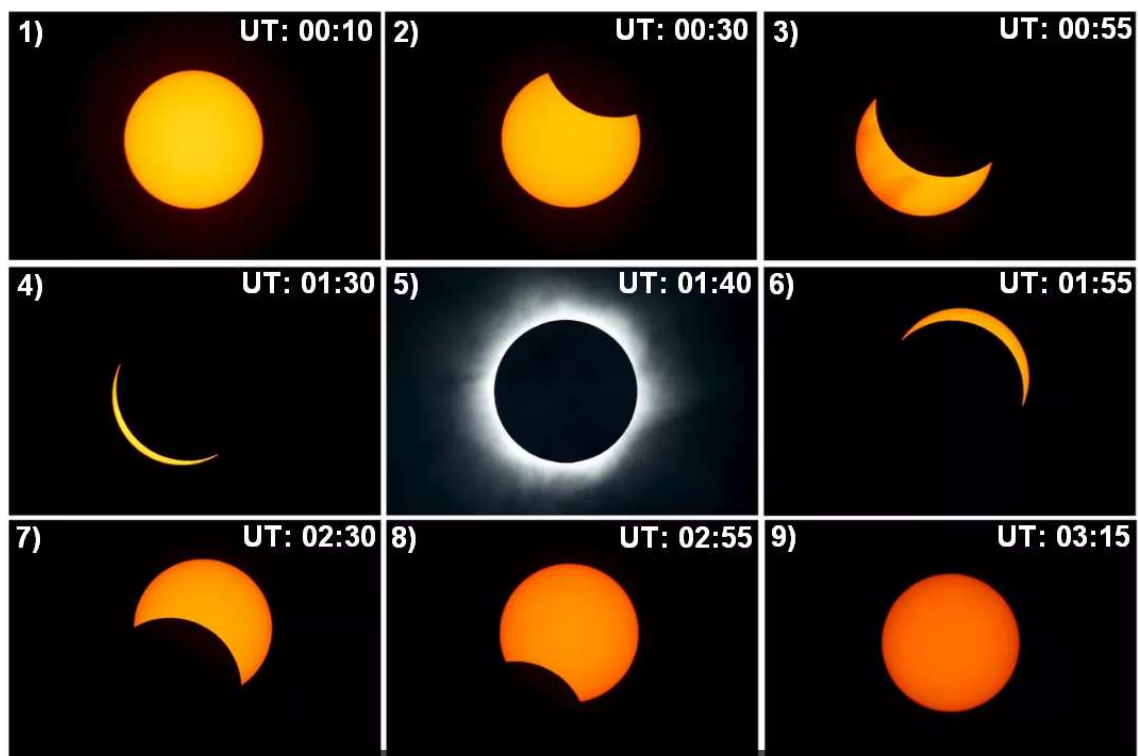


Рис. 5. Кадры и время их получения (по Всемирному времени – UT) для затмения 2016 года.

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!

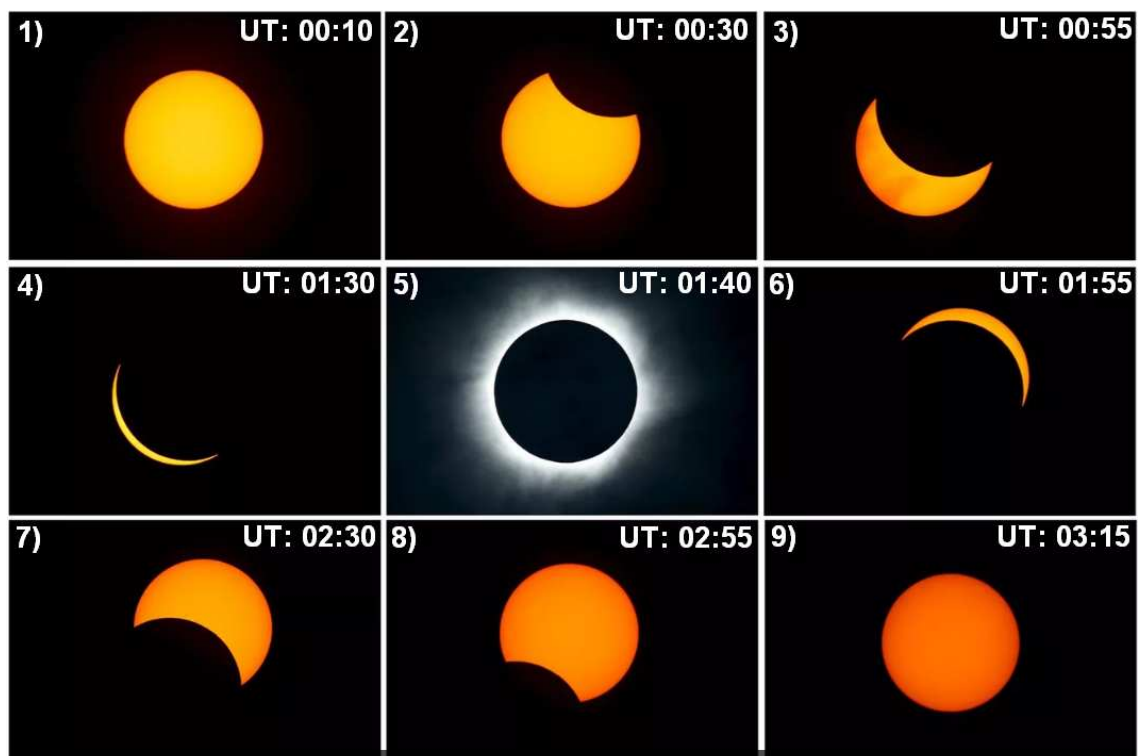


Рис. 6. Кадры и время их получения (по Всемирному времени – UT) для затмения 2016 года.

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.

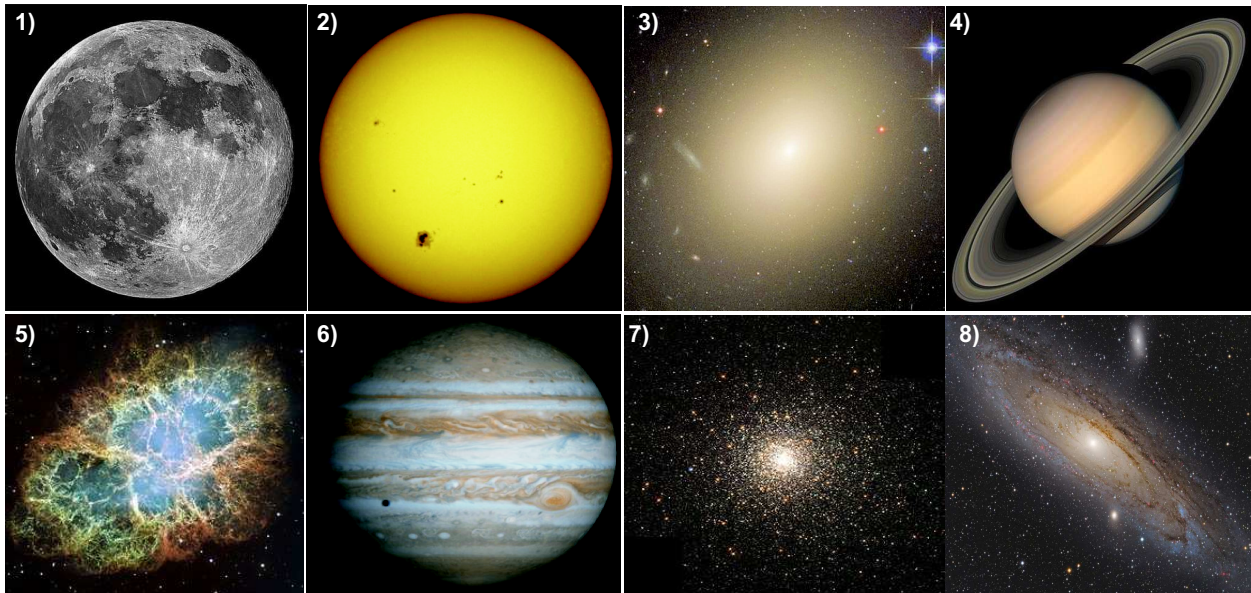


Рис. 7. К определению объектов космоса.

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.

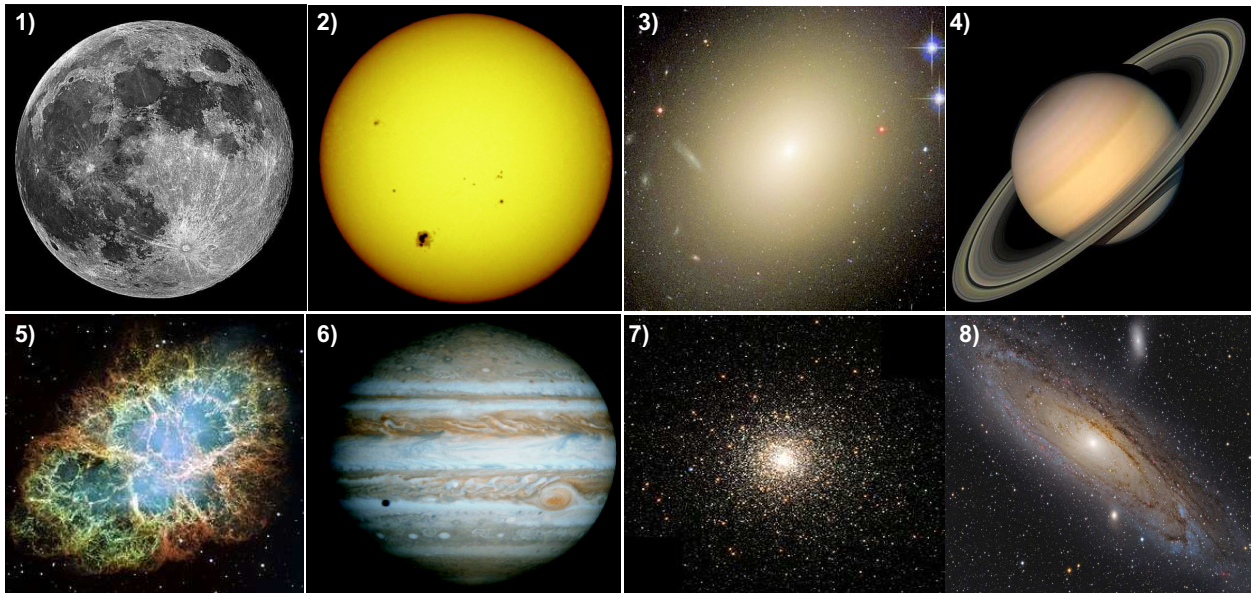


Рис. 8. К определению объектов космоса.

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 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 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,

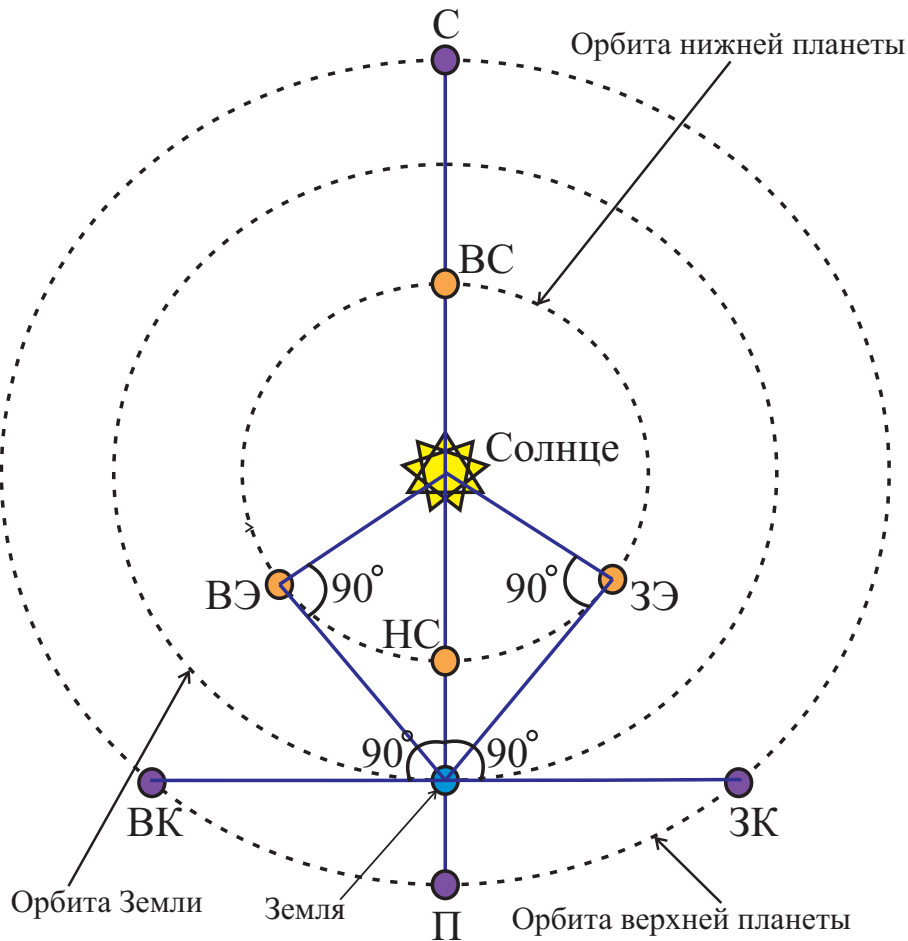


Рис. 10. К определению основных конфигураций нижних и верхних планет с точки зрения земного наблюдателя. Здесь в случае нижней планеты: ВС – верхнее соединение, НС – нижнее соединение, ВЭ – наибольшая восточная элонгация, ЗЭ – наибольшая западная элонгация; в случае верхней планеты: С – соединение, П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

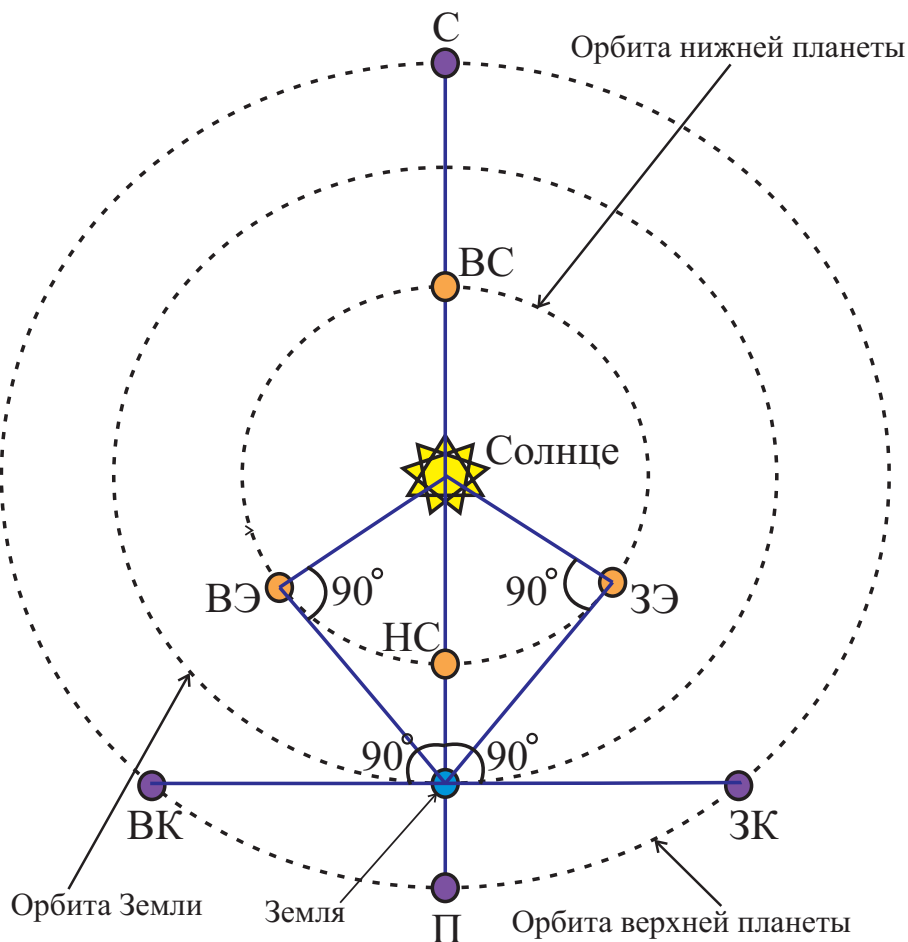


Рис. 12. К определению основных конфигураций нижних и верхних планет с точки зрения земного наблюдателя. Здесь в случае нижней планеты: ВС – верхнее соединение, НС – нижнее соединение, ВЭ – наибольшая восточная элонгация, ЗЭ – наибольшая западная элонгация; в случае верхней планеты: С – соединение, П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

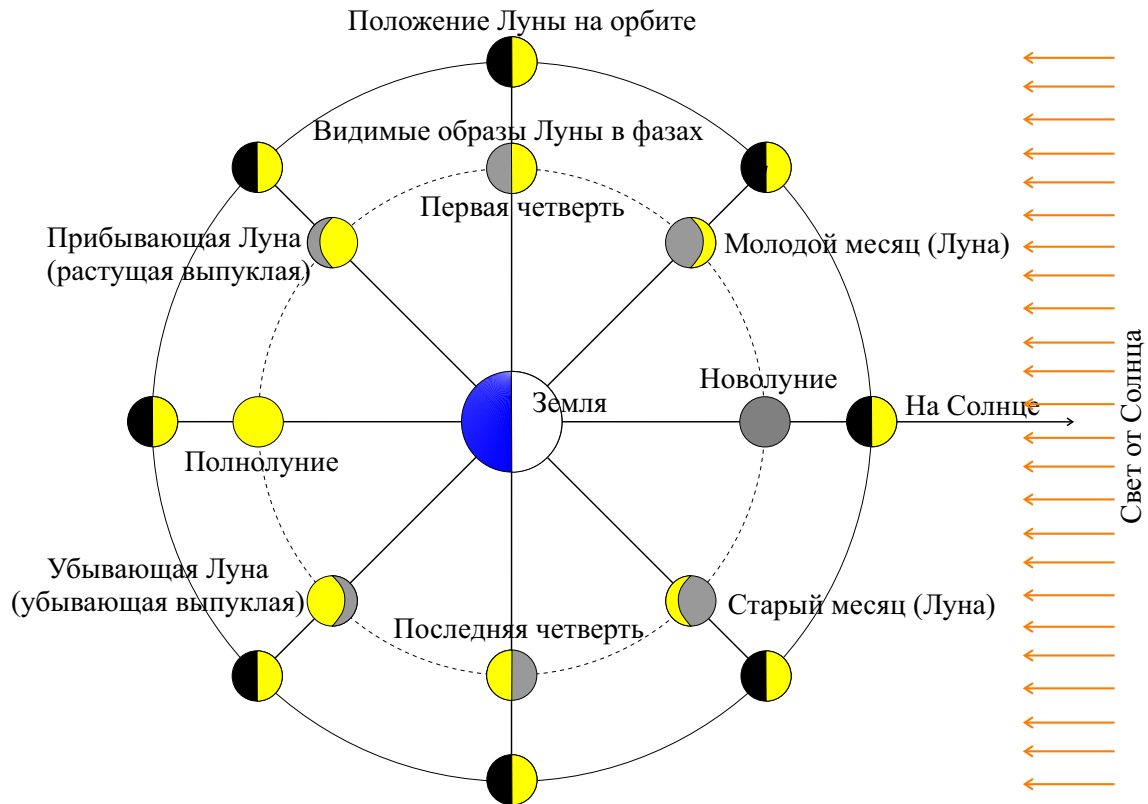


Рис. 14. Схема определения основных фаз Луны (с точки зрения земного наблюдателя, расположенного в северном географическом полушарии) и ее положений на орбите.

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

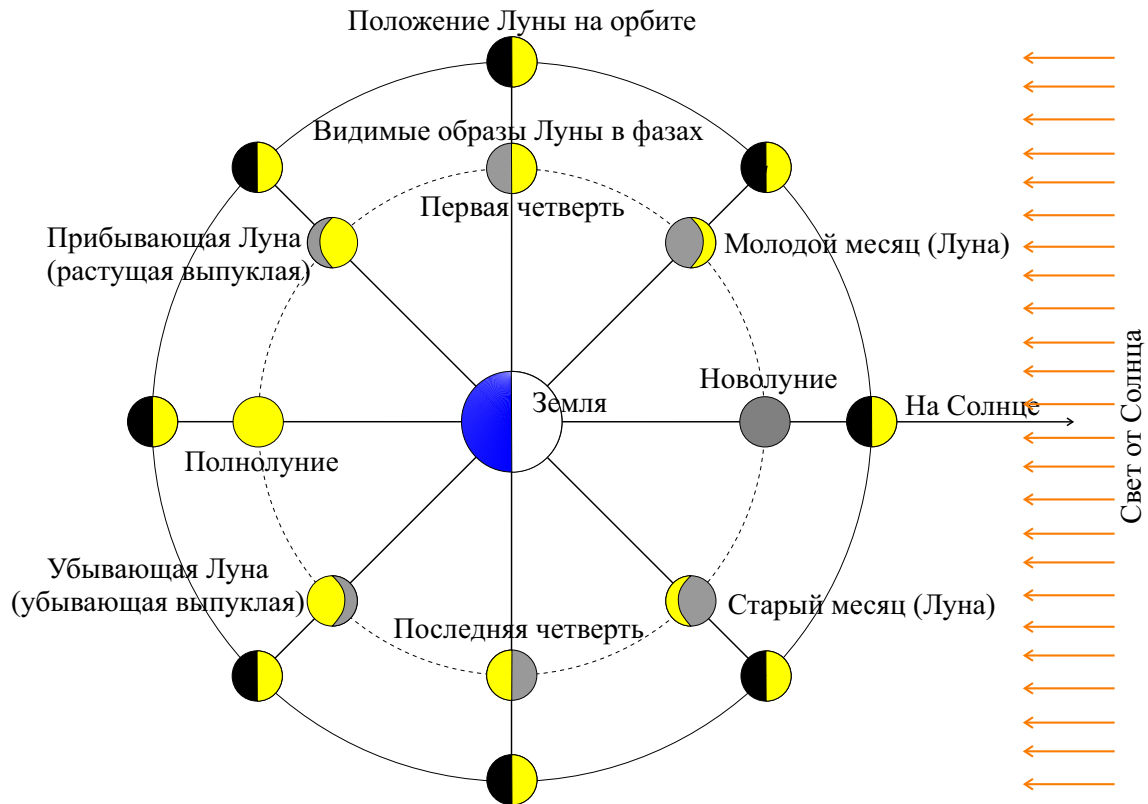


Рис. 16. Схема определения основных фаз Луны (с точки зрения земного наблюдателя, расположенного в северном географическом полушарии) и ее положений на орбите.

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. Апокс,
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.

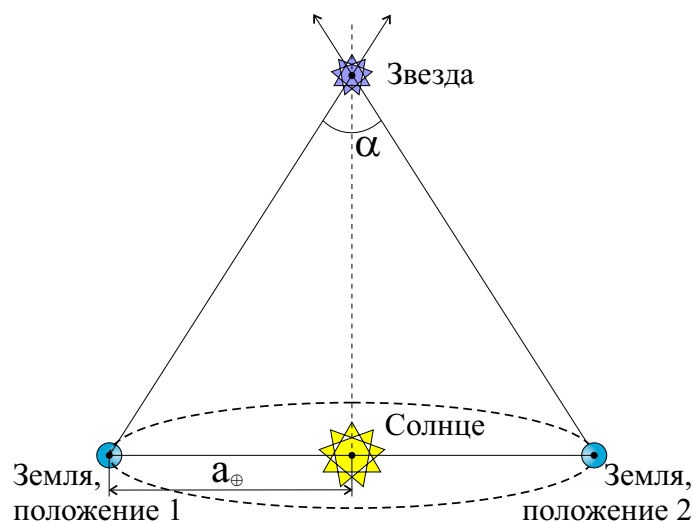


Рис. 19. К определению параллактического смещения α звезды и большой полуоси земной орбиты a_{\oplus} .

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.

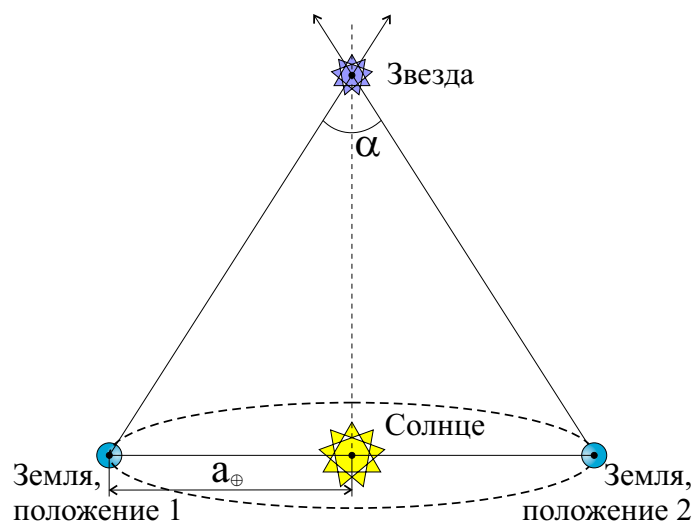


Рис. 20. К определению параллактического смещения α звезды и большой полуоси земной орбиты a_{\oplus} .

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.

Всероссийская олимпиада школьников 2023/2024 учебного года

Школьный этап

Астрономия

Разбор заданий

10 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.

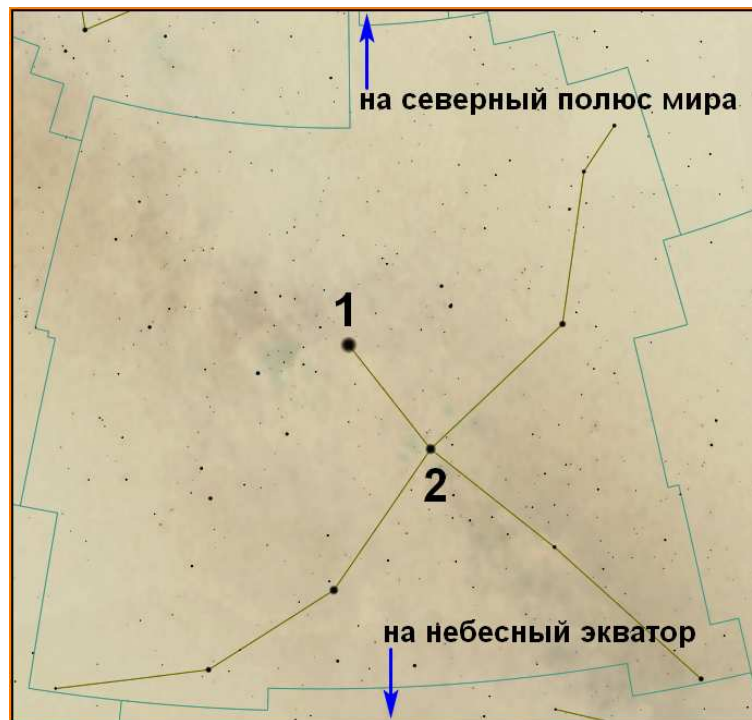


Рис. 1. Фрагмент звездной карты.

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: Лебедь.

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: Созвездия Северной полусферы небосвода.

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. Альгаир,
9. Альдебаран,
10. Антарес

Правильный ответ: Денеб.

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 "христианский крест". Именно такой астеризм принадлежит созвездию Лебедя.

2. Из рисунка видно, что данное созвездие полностью располагается выше небесного экватора, но ниже Северного полюса мира, значит можно утверждать что это созвездие располагается в Северной полусфере небосвода. Т.о., созвездие Лебедя относится к созвездиям Северной полусферы небосвода.

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

4. 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. Поскольку созвездие Лебедя лежит полностью в Северной полусфере небосвода, то склонения всех его звезд являются положительными величинами. **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. 2 представлен фрагмент звездной карты, содержащий одно созвездие.

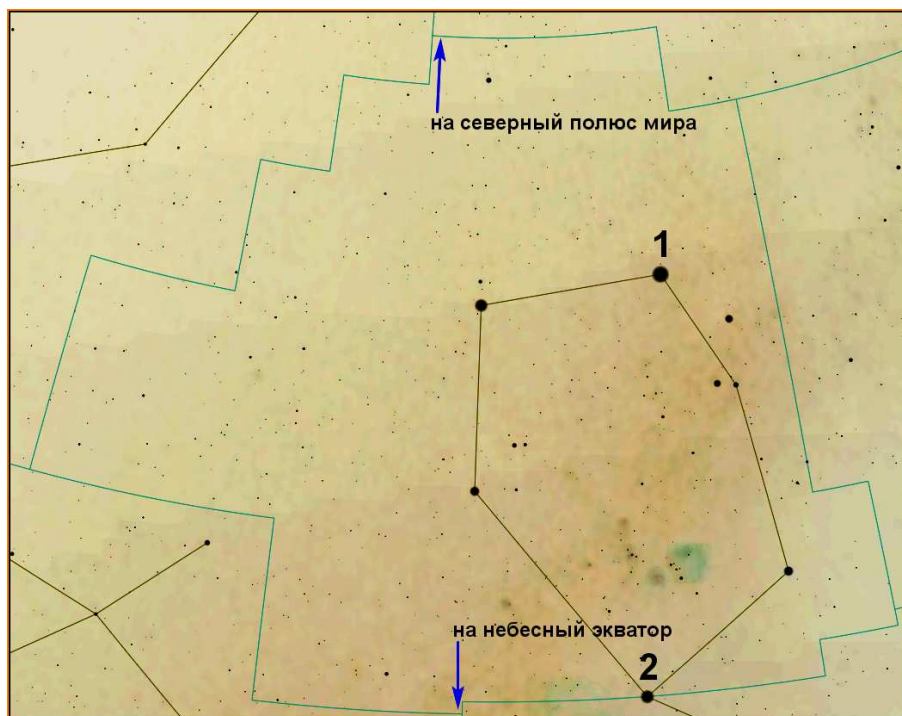


Рис. 2. Фрагмент звездной карты.

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. Возничий,
9. Цефей,
10. Лебедь

Правильный ответ: Возничий.

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 полушеры небосвода,
3. Экваториальные созвездия

Правильный ответ: Созвездия Северной полушеры небосвода.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: Как называется звезда, обозначенная цифрой «1» на рис. 2?

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Капелла.

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 (10 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. Буквами *V* обозначены его точки восхода, а буквами *Z* – точки заката.

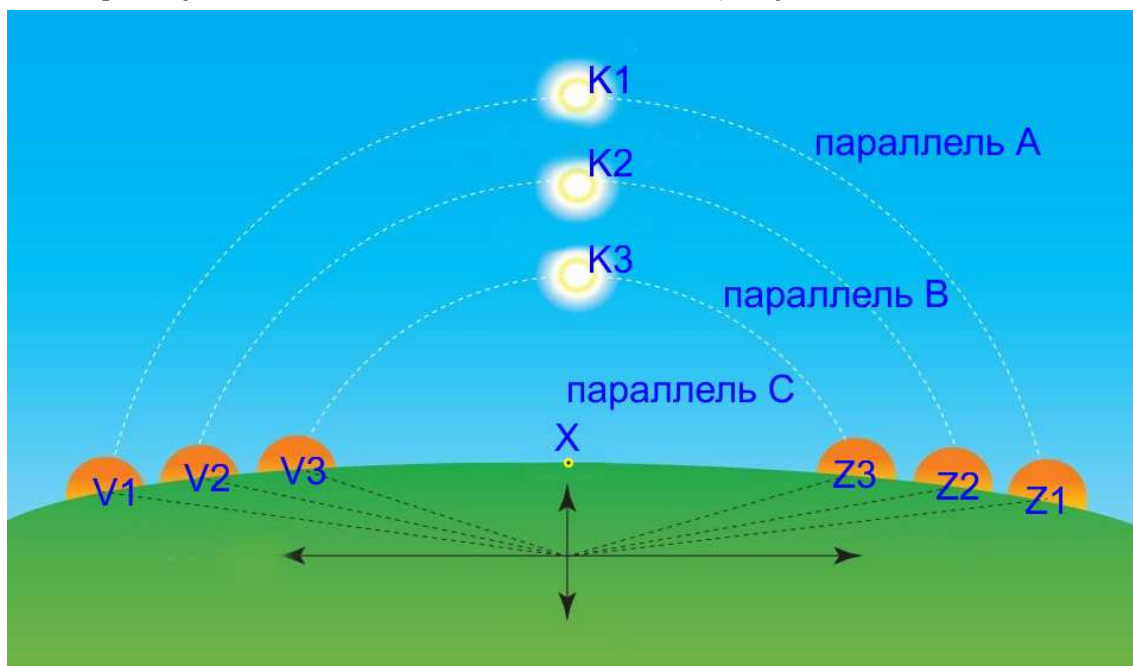


Рис. 3. Суточные параллели (А, В, С), которые описывает Солнце в течение года.

1. Выбор одного из списка

Условие: По какой суточной параллели совершает свое дневное движение Солнце в сутки весеннего равноденствия (20-21 марта)?

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Параллель В.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. 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: 2 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: Как называется точка V_2 математического горизонта?

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Точка востока.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

4. Выбор одного из списка

Условие: Чему равна продолжительность дня (τ_d) в сутки, когда Солнце движется по параллели А?

Варианты ответов:

1. $6 \leq \tau_d < 8$ часов,
2. $8 \leq \tau_d < 10$ часов,
3. $10 \leq \tau_d < 12$ часов,
4. $12 < \tau_d < 24$ часов,
5. $\tau_d \geq 24$ часов,
6. Невозможно определить одним интервалом

Правильный ответ: $12 < \tau_d < 24$ часов.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Возможное Решение.

1-2. Согласно условию задачи, суточные параллели А и С являются пограничными, по которым Солнце совершает свое суточное движение лишь один раз в год. Суточная параллель В является срединной и расположена на одинаковом расстоянии от пограничных параллелей. Значит ее можно отождествить с небесным экватором. В день весеннего равноденствия Солнце совершает свое суточное движение вдоль небесного экватора. Следовательно, Солнце совершает свое дневное движение в сутки весеннего равноденствия по параллели В.

3. Согласно условию задачи, данный рисунок соответствует наблюдаемому жителем средних северных широт. Для него левая половинка рисунка соответствует преимущественно восточной стороне небосвода, а правая – преимущественно западной стороне. Точка пересечения небесного экватора и математического горизонта в восточной стороне небосвода называется точкой востока.

4. Согласно рисунку, параллель А является самой высокой среди представленных. Очевидно, Солнце описывает ее в день летнего солнцестояния. В эти сутки для жителей северного географического полушария продолжительность дня является максимальной и очевидно больше 12 часов. Поскольку суточная параллель А пересекается с горизонтом, значит в указанные сутки солнце является восходящим и заходящим светилом. Значит его время пребывания над горизонтом должно быть меньше 24 часов. **Правильный ответ:** $12 < \tau_d < 24$ часов.

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №2.К.2. «Дневные пути Солнца по небосводу в течение года (10 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. Буквами *V* обозначены его точки восхода, а буквами *Z* – точки заката.

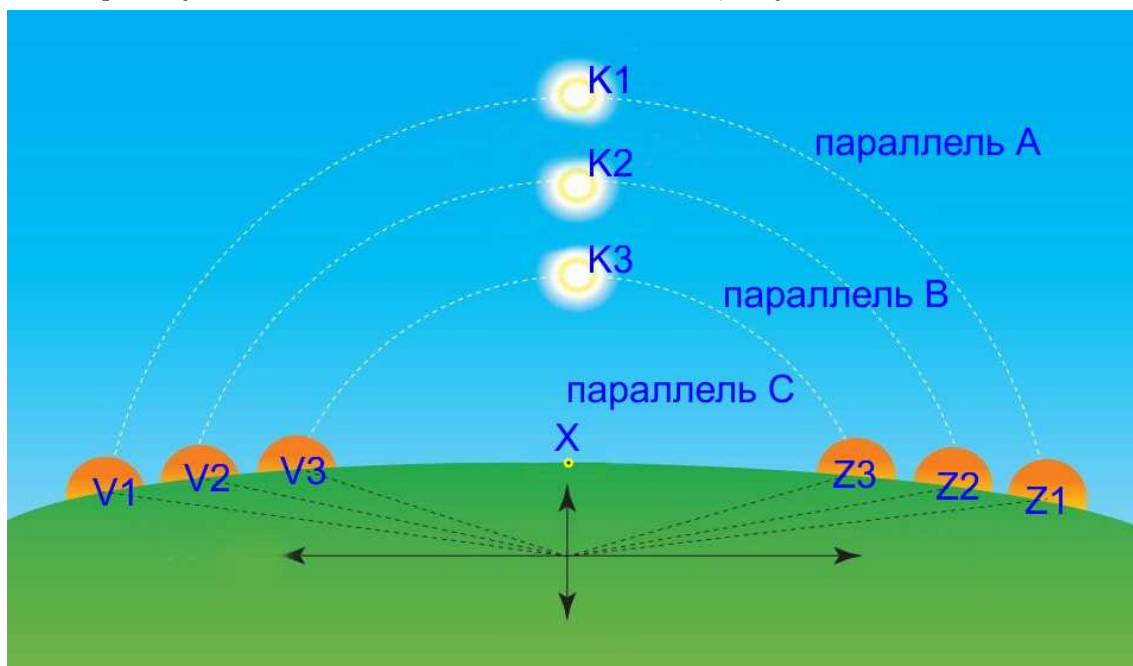


Рис. 4. Суточные параллели (А, В, С), которые описывает Солнце в течение года.

1. Выбор одного из списка

Условие: По какой суточной параллели совершает свое дневное движение Солнце в сутки осеннего равноденствия (22-23 сентября)?

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Параллель В.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. 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: 2 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: Как называется точка Z_2 математического горизонта?

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Точка запада.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

4. Выбор одного из списка

Условие: Чему равна продолжительность дня (τ_d) в сутки, когда Солнце движется по параллели C?

Варианты ответов:

1. $\tau_d \geq 24$ часов,
2. $20 \leq \tau_d < 24$ часов,
3. $16 \leq \tau_d < 20$ часов,
4. $12 \leq \tau_d < 16$ часов,
5. $0 < \tau_d < 12$ часов,
6. Невозможно определить одним интервалом

Правильный ответ: $0 < \tau_d < 12$ часов.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Задание №3.К.1. «Наблюдая затмение с Каролинских островов (12 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!

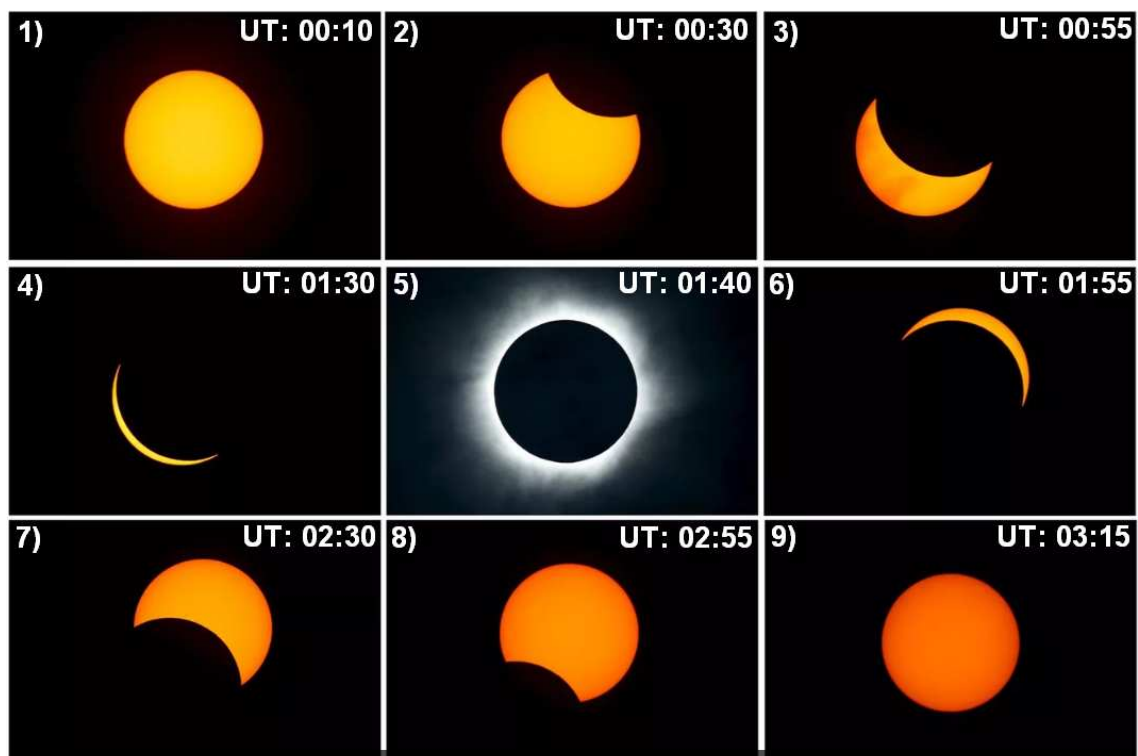


Рис. 5. Кадры и время их получения (по Всемирному времени – UT) для затмения 2016 года.

1. 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.

2. 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: 3 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: В какой фазе пребывала Луна во время данного затмения?

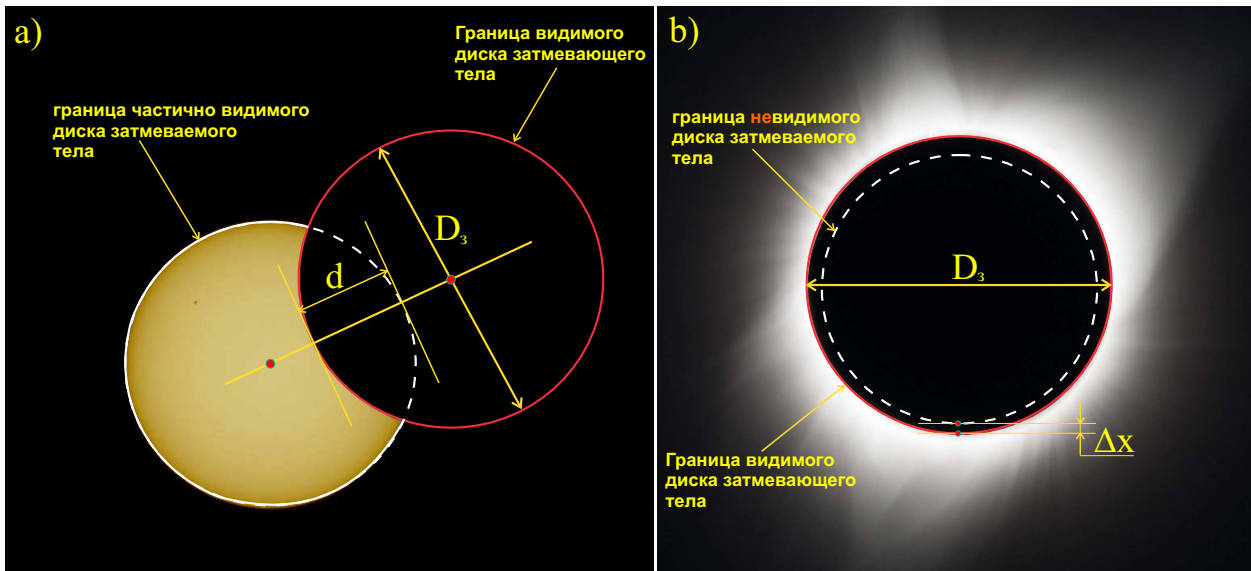


Рис. 6. К определению фазы затмения.

Варианты ответов:

1. Новолуние,
2. Первая четверть,
3. Полнолуние,
4. Последняя четверть,
5. Не поддается определению

Правильный ответ: Новолуние.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

4. Выбор нескольких из списка/на изображении

Условие: Кадры с каким номером отвечают фазе (Φ) затмения, удовлетворяющей условию:

$$0 \leq \Phi < 0.4.$$

Пояснение: *фазой затмения* (Φ) называется скалярная геометрическая величина, определяемая выражением:

$$\Phi = \left\{ \begin{array}{l} \frac{d}{D}, \quad \text{в случае частного затмения,} \\ 1 + \frac{\Delta x}{D}, \quad \text{в случае полного затмения} \end{array} \right\}, \quad (1)$$

здесь d – длина части диаметра видимого диска затмеваемого тела, закрытой затмевающим телом (см. рис. 6.а); этот диаметр должен проходить через центр затмевающего тела; D – диаметр затмеваемого тела; Δx – минимальное расстояние между краями дисков затмевающего и затмеваемого тел, в случае полного затмения (см. рис. 6.б).

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: 1, 2, 8, 9.

Точное совпадение ответа: 1 балл за каждый правильно названный кадр (всего – 4 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. Поскольку на фотографиях тело Луны скрывает Солнце от земного наблюдателя, значит авторы фотографии наблюдали солнечное затмение.

2. 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.

3. Необходимым условием для реализации полного солнечного затмения является положение Луны на прямой, соединяющей центры Солнца и Земли, располагаясь между ними. Такому положению Луны соответствует фаза новолуния.

4. По сути необходимо выбрать все изображения, на которых диск Луны частично закрывает Солнце и при этом его граница "не дотягивается" не менее чем на 0.1 от диаметра видимого диска Солнца до центра последнего. Этому условию соответствуют кадры с номерами: 1, 2, 8, 9.

Для клона №2 решение строится аналогично.

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

Общее условие: На рис. 7 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!

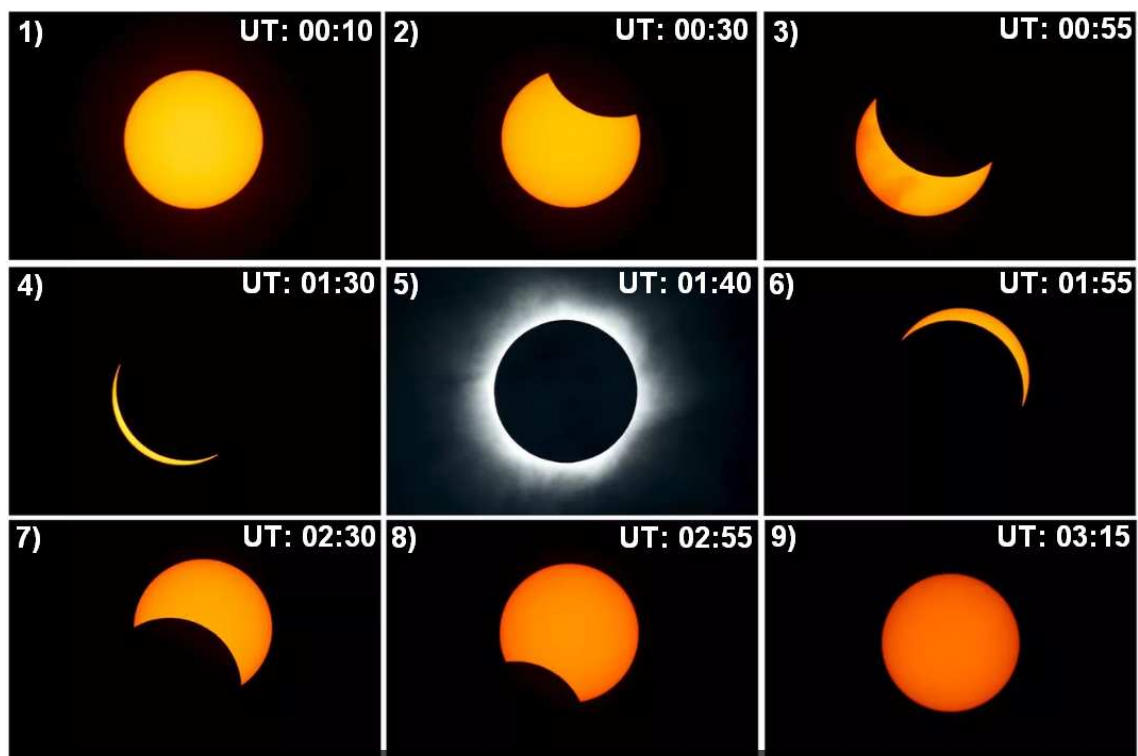


Рис. 7. Кадры и время их получения (по Всемирному времени – UT) для затмения 2016 года.

1. 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.

2. 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: 3 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: В какой точке орбиты располагалась Луна во время данного затмения?

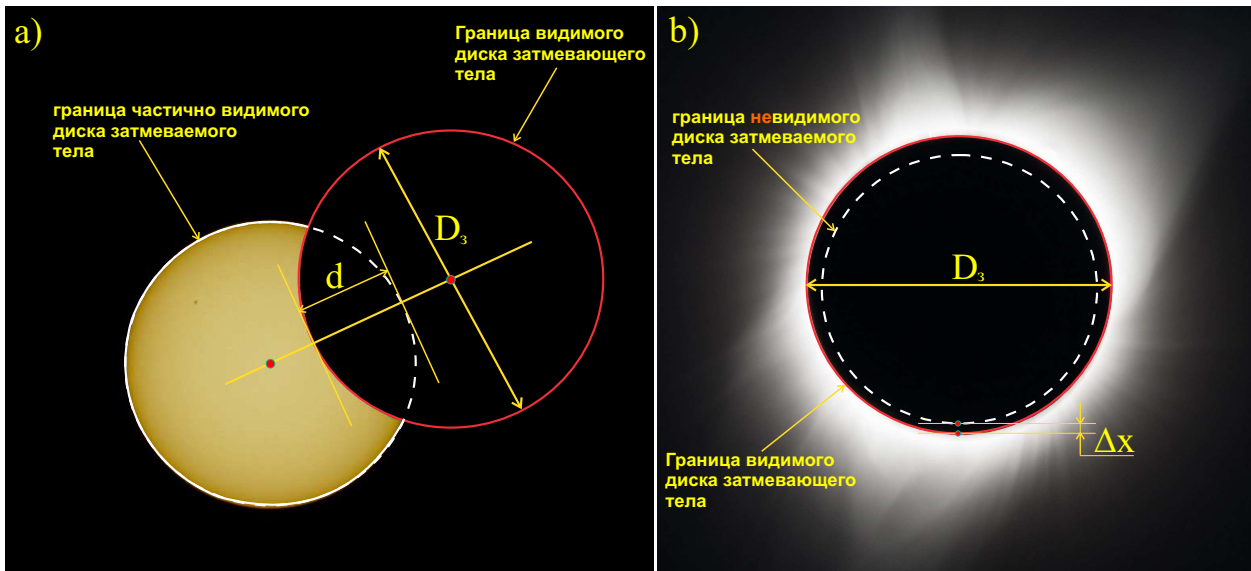


Рис. 8. К определению фазы затмения.

Варианты ответов:

1. Наиболее близкой к Солнцу точке своей орбиты,
2. Наиболее далекой от Солнца точке своей орбиты,
3. В точке орбиты, расположенной на таком же расстоянии от Солнца, что и Земля, к востоку от центрального светила,
4. В точке орбиты, расположенной на таком же расстоянии от Солнца, что и Земля, к западу от центрального светила,
5. Не поддается определению

Правильный ответ: в наиболее близкой к Солнцу точке своей орбиты.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

4. Выбор нескольких из списка/на изображении

Условие: Кадры с каким номером отвечают фазе (Φ) затмения, удовлетворяющей условию:

$$0.6 < \Phi \leq 1.1.$$

Пояснение: *фазой затмения* (Φ) называется скалярная геометрическая величина, определяемая выражением:

$$\Phi = \left\{ \begin{array}{l} \frac{d}{D}, \quad \text{в случае частного затмения,} \\ 1 + \frac{\Delta x}{D}, \quad \text{в случае полного затмения} \end{array} \right\}, \quad (2)$$

здесь d – длина части диаметра видимого диска затмеваемого тела, закрытой затмевающим телом (см. рис. 8.а); этот диаметр должен проходить через центр затмевающего тела; D – диаметр затмеваемого тела; Δx – минимальное расстояние между краями дисков затмевающего и затмеваемого тел, в случае полного затмения (см. рис. 8.б).

Варианты ответов:

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

9. 9

Правильный ответ: 3, 4, 5, 6.

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

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

Задание №4.К.1. «Великие открытия в астрономии и их авторы (24 балла)»

1. Соответствие один к одному (из списка)

Условие: Установите соответствие между известными, важными открытиями/достижениями в астрономии и их авторами.

Варианты ответов:

1-й столбец

1. Определение угла наклона экватора к эклиптике,
2. Первая гелиоцентрическая модель Вселенной, первые оценки расстояний до Солнца и Луны,
3. Открытие атмосферы Венеры,
4. Первое прямое измерение годичного параллакса звезды,
5. Открытие давления света

2-й столбец

- A. Чу Конг,
- B. Аристарх Самосский,
- C. Михаил Ломоносов,
- D. Василий Струве,
- E. Петр Лебедев

Правильный ответ: (1,A); (2,B); (3,C); (4,D); (5,E).

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно определенную пару (всего – 10 баллов).

2. Соответствие один к одному (из списка)

Условие: Установите соответствие между известными фактами/законами в астрономии и датами их открытия.

Варианты ответов:

1-й столбец

1. Определение размеров земного шара,
2. Открытие планеты Уран,
3. Начало эпохи телескопических наблюдений,
4. Открытие закона всемирного тяготения

2-й столбец

- A. 240 г. до н. э.,
- B. 1781 г. н. э.,
- C. 1609 г. н. э.,
- D. 1666 г. н. э.

Правильный ответ: (1,A); (2,B); (3,C); (4,D).

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно определенную пару (всего – 8 баллов).

3. Выбор одного из списка

Условие: Закончите формулировку следующего известного закона: «Сила гравитационного притяжения, действующая между двумя материальными точками с известными массами m_1 и m_2 , разделенными расстоянием r , вдоль соединяющей их X , пропорциональна произведению их масс и обратно пропорциональна N -й степени этого расстояния».

Варианты ответов:

Для вакантного места X :

1. Прямая,
2. Парабола,
3. Гипербола,
4. Окружность,
5. Эллипс,
6. Циклоида,
7. Кардиоида,
8. Спираль Архимеда

Для вакантного места N :

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

Правильный ответ: X =прямая; N = 2.

Точное совпадение ответа: 3 балла за каждое правильно названный термин/число (всего – 6 баллов).

Возможное Решение.

1. Определение угла наклона экватора к эклиптике было впервые выполнено китайским астрономом Чу Конгом в 1100 году до н. э.

Дана формулировка первой гелиоцентрической модели Вселенной, а также получены первые оценки расстояний до Солнца и Луны древнегреческим астрономом, Аристархом Самосским около 265 года до н. э.

Открытие атмосферы у Венеры сделал великий русский ученый Михаил Васильевич Ломоносов в 1761 году во время транзита планеты по диску Солнца.

Первое прямое измерение годичного параллакса звезды было сделано известным русским ученым Василием Яковлевичем Струве в 1837 году.

Открытие давления света было сделано известным русским ученым Петром Николаевичем Лебедевым в 1899 году.

Т.о. имеем следующие пары: (1,A); (2,B); (3,C); (4,D); (5,E).

2. Определение размеров земного шара (точнее длины земного меридиана) было впервые выполнено древнегреческим астрономом Эратосфеном Киренским около 240 г. до н. э.

Открытие планеты Уран в наблюдениях было сделано известным английским астроном XVIII века, Уильямом Гершелем в 1781 году.

Начало эпохи телескопических наблюдений в истории астрономии традиционно отождествляется с моментом времени, когда Галилео Галилей впервые применил свою самодельную зрительную линзовую трубу для целенаправленного наблюдения небосвода в 1609 году.

Открытие закона всемирного тяготения было сделано известным английским ученым, сэром Исааком Ньютоном в 1666 году. Т.о. имеем следующие пары: (1,A); (2,B); (3,C); (4,D).

3. Очевидно, здесь дана формулировка закона всемирного тяготения Ньютона, которая правильно звучит так: «Сила гравитационного притяжения, действующая между двумя материальными точками с известными массами m_1 и m_2 , разделенными расстоянием r , вдоль соединяющей их прямой, пропорциональна произведению их масс и обратно пропорциональна 2-й степени этого расстояния». Ответ: X =прямая; N = 2.

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №4.К.2. «Великие открытия в астрономии и их авторы (24 балла)»

1. Соответствие один к одному (из списка)

Условие: Установите соответствие между известными, важными открытиями/достижениями в астрономии и их авторами.

Варианты ответов:

1-й столбец

1. Определение размеров земного шара,
2. Открытие планеты Уран,
3. Начало эпохи телескопических наблюдений,
4. Открытие закона всемирного тяготения,
5. Открытие давления света

2-й столбец

- A. Эратосфен Киренский,
- B. Уильям Гершель,
- C. Галилео Галилей,
- D. Исаак Ньютон,
- E. Петр Лебедев

Правильный ответ: (1,A); (2,B); (3,C); (4,D); (5,E).

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно определенную пару (всего – 10 баллов).

2. Соответствие один к одному (из списка)

Условие: Установите соответствие между известными фактами/законами в астрономии и датами их открытия.

Варианты ответов:

1-й столбец

1. Определение угла наклона экватора к эклиптике,
2. Первая гелиоцентрическая модель Вселенной, первые оценки расстояний до Солнца и Луны,
3. Открытие атмосферы Венеры,
4. Первое прямое измерение годичного параллакса звезды

2-й столбец

- A. 1100 г. до н. э.,
- B. 265 г. до н. э.,
- C. 1761 г. н. э.,
- D. 1837 г. н. э.

Правильный ответ: (1,A); (2,B); (3,C); (4,D).

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно определенную пару (всего – 8 баллов).

3. Выбор одного из списка

Условие: Закончите формулировку следующего известного закона: «Каждая планета движется в плоскости, проходящей через центр X , причем за равные промежутки времени ее гелиоцентрический радиус-вектор, описывает собой равные Y ».

Варианты ответов:

Для вакантного места X :

1. Солнце,

2. Планета,
3. Комета,
4. Шаровое звездное скопление,
5. Галактика,
6. Скопление галактик,
7. Великая стена Слоуна,
8. Вселенная

Для вакантного места Y :

1. Площадь,
2. Объем,
3. Траектория,
4. Дуга,
5. Расстояние,
6. Узор

Правильный ответ: X =Солнце; Y =площадь.

Точное совпадение ответа: 3 балла за каждое правильно названный объект/термин (всего – 6 баллов).



Рис. 9. Фазы Марса (с указанием углового диаметра, изображения прямые) с марта 2020 года по март 2021 года.

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

Общее условие: На рис. 9 представлен коллаж фотографий Марса в различных фазах (с указанием углового диаметра, изображения прямые), полученных с марта 2020 года по март 2021 года, где-то на средних широтах северного полушария Земли. 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 Марс был наиболее близок к конфигурации противостояния?

Варианты ответов:

1. 19 марта,
2. 9 мая,
3. 12 июня,
4. 7 июля,
5. 6 октября,
6. 18 декабря,
7. 5 января,
8. 29 января,
9. 10 марта

Правильный ответ: 6 октября.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: Какого числа (лишь среди дат, представленных на рисунке) Марс имел минимальный угловой диаметр и в тот же момент его расстояние до Земли уменьшалось?

Варианты ответов:

1. 19 марта,
2. 9 мая,
3. 12 июня,
4. 7 июля,
5. 6 октября,
6. 18 декабря,
7. 5 января,
8. 29 января,
9. 10 марта

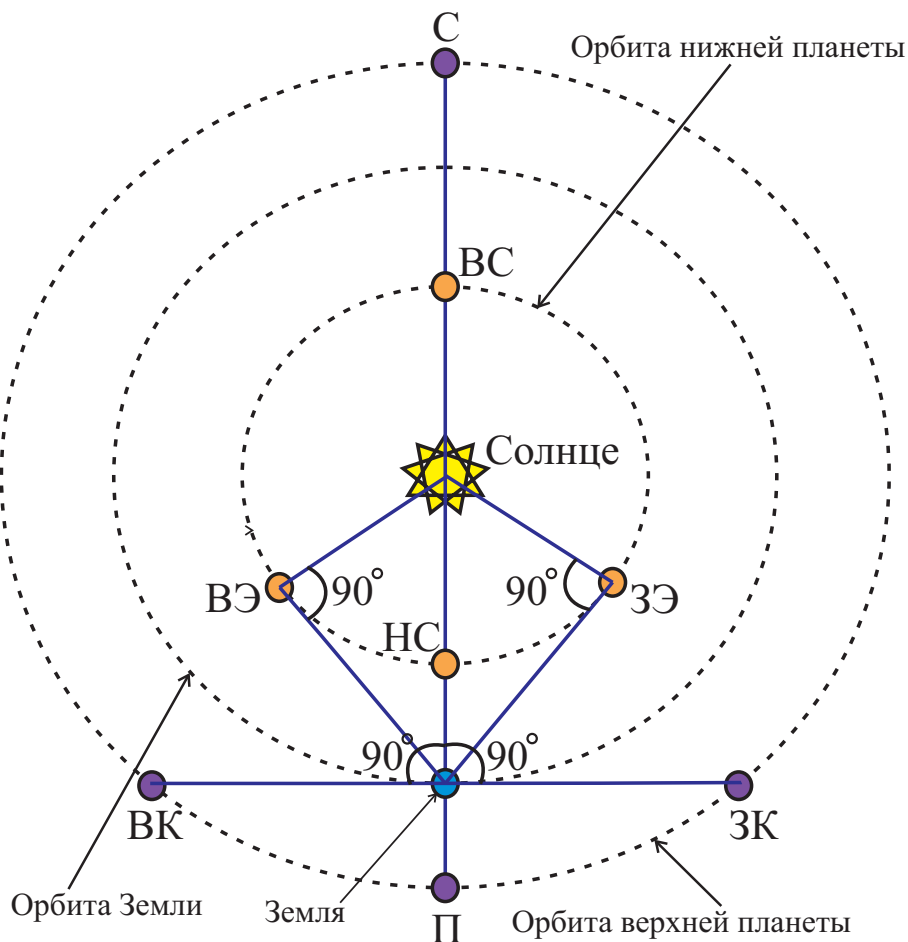


Рис. 10. К определению основных конфигураций нижних и верхних планет с точки зрения земного наблюдателя. Здесь в случае нижней планеты: ВС – верхнее соединение, НС – нижнее соединение, ВЭ – наибольшая восточная элонгация, ЗЭ – наибольшая западная элонгация; в случае верхней планеты: С – соединение, П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

Правильный ответ: 19 марта.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: В какое время суток и в какой стороне небосвода можно было наблюдать Марс в западной квадратуре (наиболее близкая фаза к которой, соответствует дате 12.06)?

Варианты ответов:

1. С полуночи и до утра, в западной стороне небосвода,
2. С полуночи и до утра, в восточной стороне небосвода,
3. После заката и до полуночи, в западной стороне небосвода,
4. После заката и до полуночи, в восточной стороне небосвода

Правильный ответ: С полуночи и до утра, 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 наблюдения Марса с одинаковыми значениями его углового диаметра ($10''$). Ответ представить в сутках, округлив до целого числа.

Правильный ответ: [205, 210].

Точное совпадение ответа: 4 балла.

Возможное Решение.

1. Согласно рис. 10, в момент противостояния верхней планеты (Марса), расстояние от Земли до нее становится минимальным, а ее угловой диаметр и видимая яркость достигают максимальных значений. Поскольку на рис. 9 все образы получены в одном масштабе, значит образ, полученный наиболее близко к моменту его противостояния, соответствует дате 6 октября.

2. На рис. 9 представлены два образа с минимальным угловым размером, отвечающие 19 и 10 марта. Если расстояние от Земли до Марса в этот момент сокращалось, то последующие образы Марса должны были быть получены на меньшем геоцентрическом расстоянии, значит их угловые размеры должны быть больше предыдущих. Следовательно искомая дата – 19 марта.

3. С использованием рис. 10 легко убедиться в том, что Марс в западной квадратуре можно наблюдать с полуночи и до утра, в восточной стороне небосвода.

4. Марс имел указанный угловой диаметр 12 июня и 5 января. Вычислим промежуток времени между указанными датами:

$$18 \text{ сут. июня} + 31 \text{ сут. июля} + 31 \text{ сут. августа} + 30 \text{ сут. сентября} + 31 \text{ сут. октября} + 30 \text{ сут. ноября} + \\ 31 \text{ сут. декабря} + 5 \text{ сут. января} = 207 \text{ сут.}$$

В качестве ответа допускается число из интервала: $[205, 210]$ сут.

Для клона №2 решение строится аналогично.



Рис. 11. Фазы Марса (с указанием углового диаметра, изображения прямые) с марта 2020 года по март 2021 года.

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

Общее условие: На рис. 11 представлен коллаж фотографий Марса в различных фазах (с указанием углового диаметра, изображения прямые), полученных с марта 2020 года по март 2021 года, где-то на средних широтах северного полушария Земли. 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 Марс был наиболее близок к конфигурации противостояния?

Варианты ответов:

1. 19 марта,
2. 9 мая,
3. 12 июня,
4. 7 июля,
5. 6 октября,
6. 18 декабря,
7. 5 января,
8. 29 января,
9. 10 марта

Правильный ответ: 6 октября.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: Какого числа (лишь среди представленных дат) Марс имел минимальный угловой диаметр и в тот же момент его расстояние до Земли увеличивалось?

Варианты ответов:

1. 19 марта,
2. 9 мая,
3. 12 июня,
4. 7 июля,
5. 6 октября,
6. 18 декабря,
7. 5 января,
8. 29 января,
9. 10 марта

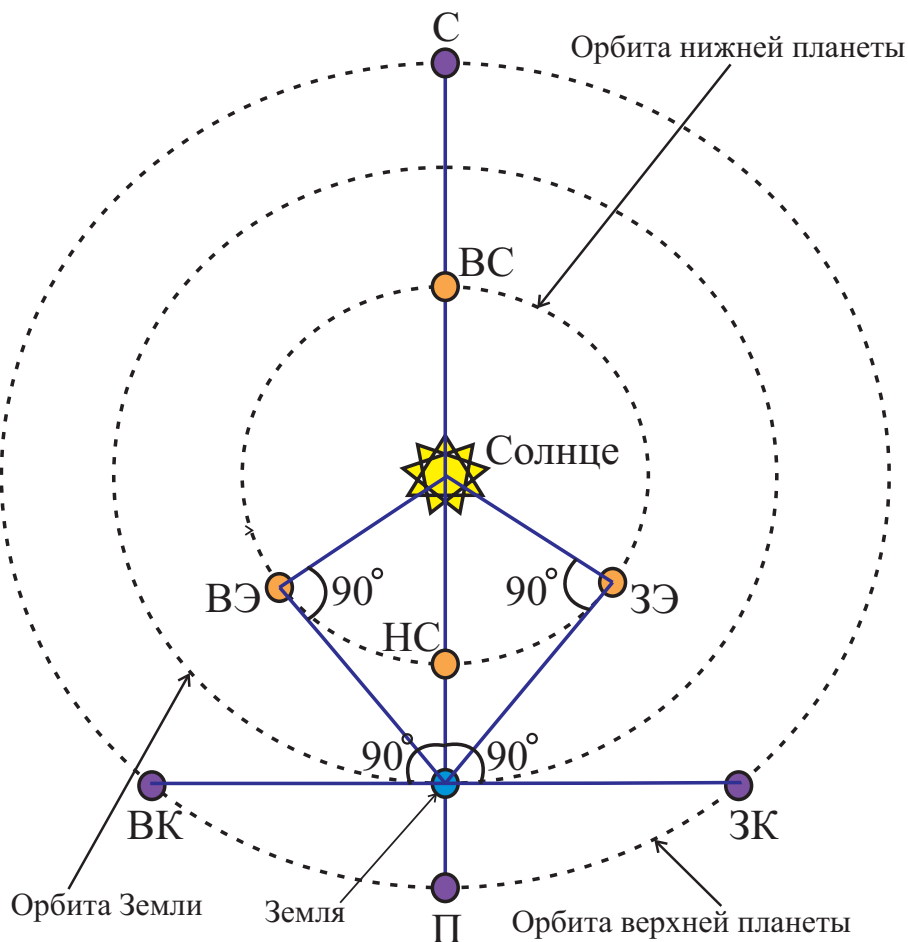


Рис. 12. К определению основных конфигураций нижних и верхних планет с точки зрения земного наблюдателя. Здесь в случае нижней планеты: ВС – верхнее соединение, НС – нижнее соединение, ВЭ – наибольшая восточная элонгация, ЗЭ – наибольшая западная элонгация; в случае верхней планеты: С – соединение, П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

Правильный ответ: 10 марта.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: В какое время суток и в какой стороне небосвода можно было наблюдать Марс в восточной квадратуре (наиболее близкая фаза к которой, соответствует дате 29.01)?

Варианты ответов:

1. С полуночи и до утра, в западной стороне небосвода,
2. С полуночи и до утра, в восточной стороне небосвода,
3. После заката и до полуночи, в западной стороне небосвода,
4. После заката и до полуночи, в восточной стороне небосвода

Правильный ответ: После заката и до полуночи, в западной 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 наблюдения Марса с одинаковыми значениями его углового диаметра ($8''$). Ответ представить в сутках, округлив до целого числа.

Правильный ответ: [260, 270].

Точное совпадение ответа: 4 балла.



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

Задание №6.К.1. «Узкий серп Земли (8 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

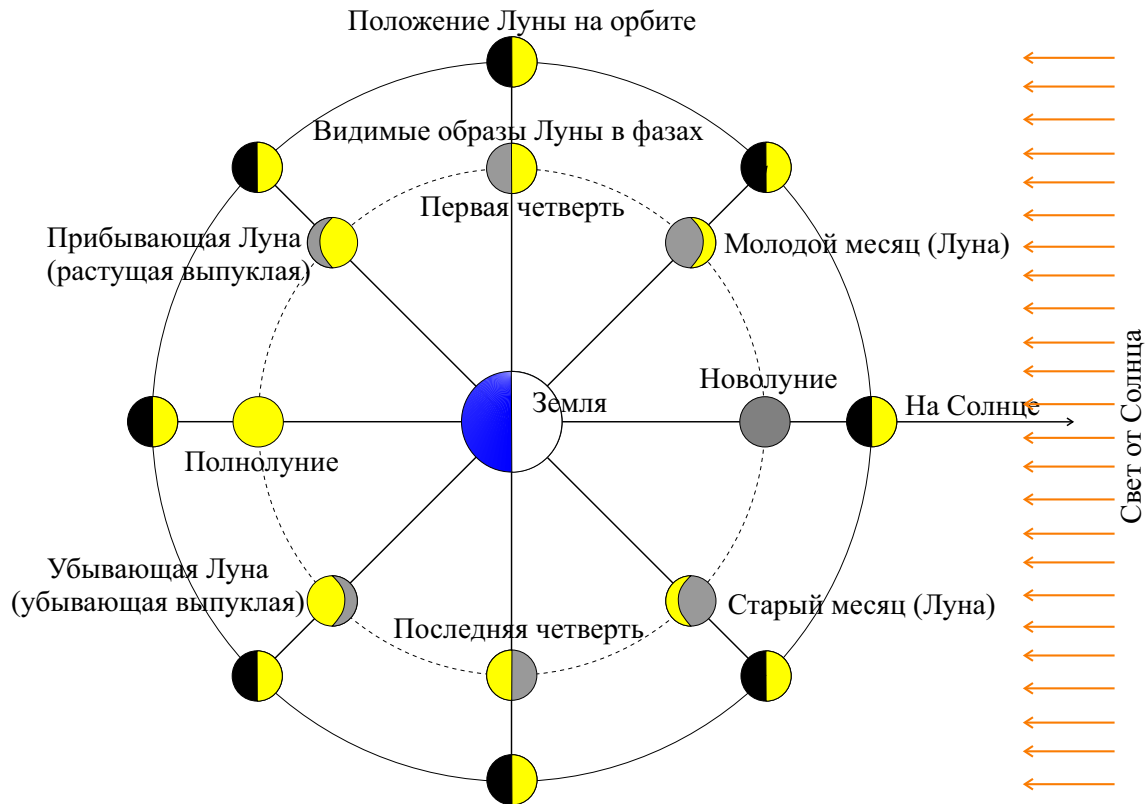


Рис. 14. Схема определения основных фаз Луны (с точки зрения земного наблюдателя, расположенного в северном географическом полушарии) и ее положений на орбите.

Условие: В какой фазе пребывала Луна в момент получения данной фотографии, если полагать, что светлый серп Земли в этот момент плавно увеличивал свои размеры?

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: Убывающая выпуклая Луна.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: Чему равен звездный (сидерический) период обращения Земли вокруг Луны 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. 27.3 сут

Правильный ответ: 27.3 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. Поскольку Земля с поверхности Луны в момент съемки наблюдалась в фазе, аналогичной молодому месяцу, то Луна располагаясь в диаметрально противоположной точке небосвода (относительно Земли) с точки зрения земного наблюдателя и должна быть в "диаметрально противоположной фазе". Согласно рис. 14 такой является убывающая выпуклая Луна.

3. Луна и Земля движутся вокруг одного общего центра масс, с одним общим сидерическим периодом. Значит Земля движется вокруг Луны (с точки зрения гипотетического обитателя Луны) с тем же периодом обращения, равным 27.3 сут.

Для клона №2 решение строится аналогично.



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

Задание №6.К.2. «Узкий серп Земли (8 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

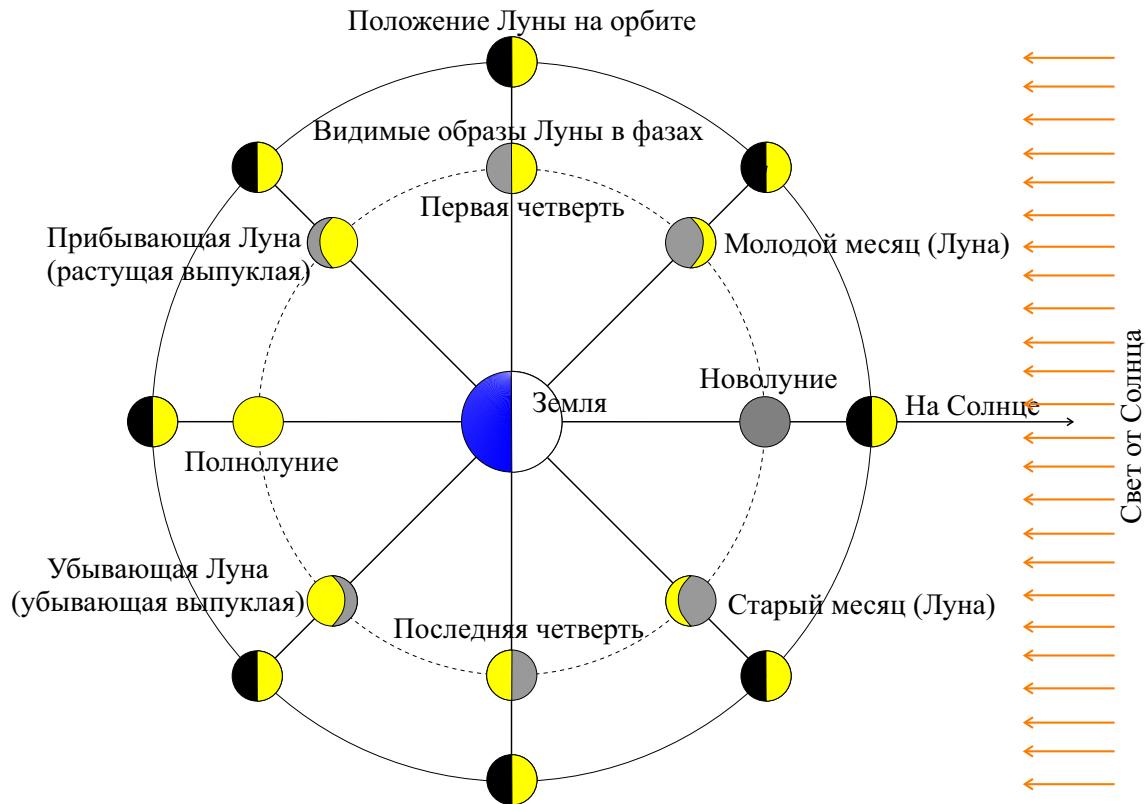


Рис. 16. Схема определения основных фаз Луны (с точки зрения земного наблюдателя, расположенного в северном географическом полушарии) и ее положений на орбите.

Условие: В какой фазе пребывала Луна в момент получения данной фотографии, если полагать, что светлый серп Земли в этот момент плавно уменьшал свои размеры?

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: Растущая выпуклая Луна.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: Чему равен звездный (сидерический) период обращения Земли вокруг Луны 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. 27.3 сут

Правильный ответ: 27.3 сут.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Задание №7.К.1. «Лунные приливы Земли (8 баллов)»

Общее условие: Выберите верные ответы на поставленные ниже вопросы.

1. Выбор одного из списка

Условие: Какое количество приливных горбов формирует Луна на поверхности Земли?

Варианты ответов:

1. 1,
2. 2,
3. 3,
4. 4

Правильный ответ: 2.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: Чему равен период лунных приливов на Земле?

Варианты ответов:

1. 12 часов 00 минут,
2. 12 часов 25 минут,
3. 23 часа 56 минут,
4. 24 часа 00 минут,
5. 27.32 суток,
6. 29.54 суток

Правильный ответ: 12 часов 25 минут.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

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

Условие: Как известно, сила приливного действия обратно пропорциональна кубу расстояния между телами. Орбита Луны не круговая, в апогее (самой далекой точке орбиты относительно Земли) Луна расположена на 11% дальше, чем в перигее (ближайшей к Земле точке орбиты). Определите, насколько процентов приливная сила в перигее больше, чем в апогее. Ответ округлить до целых.

Правильный ответ: [32, 42].

Точное совпадение ответа: 4 балла.

Возможное Решение.

1. Луна формирует на поверхности Земли два приливных горба, поскольку из курса механики известно, что приливообразующие силы носят квадрупольный характер, т.е. на поверхности тела воздействия создают два горба и две впадины.

2. Под периодом приливов понимается промежуток времени между двумя последовательным прохождением двух приливных горбов в данной точке поверхности Земли. Данный промежуток времени по сути – $1/2$ синодического периода, определяемого сидерическим периодом вращения Земли вокруг своей оси ($T_{\oplus} = 23$ часа 56 мин 04 с) и сидерическим периодом обращения Луны относительно Земли ($T_{\zeta} = 27.32$ сут). Используя уравнение для синодического периода, легко вычислить синодический период S_1 для одного горба:

$$\frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T_{\zeta}} = \frac{1}{S_1}, \Rightarrow S_1 = \frac{T_{\oplus} T_{\zeta}}{T_{\zeta} - T_{\oplus}} = 24 \text{ часа } 50 \text{ мин.}$$

В случае двух горбов искомый период будет в два раза меньше: $S_2 = \frac{1}{2} S_1 = 12$ часов 25 мин.

3. Очевидно, искомая величина может быть представлена в виде:

$$\eta = \frac{F_p - F_a}{F_a} \cdot 100\% = \left(\frac{F_p}{F_a} - 1 \right) \cdot 100\% = \left(\left(\frac{r_a}{r_p} \right)^3 - 1 \right) \cdot 100\% = \left(\left(\frac{1.11 r_p}{r_p} \right)^3 - 1 \right) \cdot 100\% = 36.7\%.$$

В качестве ответа допускается число из интервала: $[32, 42]$ %.

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №7.К.2. «Солнечные приливы Земли (8 баллов)»

Общее условие: Выберите верные ответы на поставленные ниже вопросы.

1. Выбор одного из списка

Условие: Какое количество приливных горбов формирует Солнце на поверхности Земли?

Варианты ответов:

1. 1,
2. 2,
3. 3,
4. 4

Правильный ответ: 2.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: Чему равен период солнечных приливов на Земле?

Варианты ответов:

1. 12 часов 00 минут,
2. 12 часов 25 минут,
3. 23 часа 56 минут,
4. 24 часа 00 минут,
5. 27.32 суток,
6. 29.54 суток

Правильный ответ: 12 часов 00 минут.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

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

Условие: Как известно, сила приливного действия обратно пропорциональна кубу расстояния между телами. Орбита Земли не круговая. В афелии (самой далекой точке орбиты Земли относительно Солнца) Земля расположена на 3.34%, дальше, чем в перигелии (ближайшей к Солнцу точке орбиты). Определите, насколько процентов приливная сила Солнца в перигелии больше, чем в афелии. Ответ округлить до целых.

Правильный ответ: [10, 11].

Точное совпадение ответа: 4 балла.

Планета/ Спутник	Земля (1)	Луна (2)	Ганимед (3)
Масса, кг	$5.97 \cdot 10^{24}$	$7.35 \cdot 10^{22}$	$1.48 \cdot 10^{23}$
Радиус, км	?	?	?
Плотность, кг/м ³	5500	?	?

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



Рис. 17. Коллаж фотографий Земли (1), Ганимеда (2) и Луны (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 плотностей трех небесных тел: Земли (1), Ганимеда (2, спутник Юпитера) и Луны (3), изображенных в масштабе на рис. 17. С использованием лишь этих данных и линейки, определите среднюю массовую плотность Луны (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, 3900].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Возможное Решение.

Согласно определению, средняя массовая плотность Луны определяется выражением:

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

здесь $M_{\text{л}}$, $R_{\text{л}}$ – масса и радиус Луны соответственно. Среднюю массовую плотность Земли определим аналогично:

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

Разделим выражение (3) на (4):

$$\frac{\rho_{\zeta}}{\rho_{\oplus}} = \frac{\mathfrak{M}_{\zeta}}{\mathfrak{M}_{\oplus}} \left(\frac{\mathfrak{R}_{\oplus}}{\mathfrak{R}_{\zeta}} \right)^3, \Rightarrow \rho_{\zeta} = \rho_{\oplus} \frac{\mathfrak{M}_{\zeta}}{\mathfrak{M}_{\oplus}} \left(\frac{\mathfrak{R}_{\oplus}}{\mathfrak{R}_{\zeta}} \right)^3 = 67.7 \cdot x^3 \text{ кг/м}^3. \quad (5)$$

здесь $x = \mathfrak{R}_{\oplus}/\mathfrak{R}_{\zeta}$. Для определения последнего воспользуемся рис. 17. Измерим на картинке диаметры Земли ($D_{\oplus} = 141$ мм) и Луны ($D_{\zeta} = 38$ мм). Поскольку рассматриваемые небесные тела представлены на рисунке в масштабе, то отношение их действительных линейных размеров равно отношению их линейных размеров на рисунке, т.е.

$$x = \frac{D_{\oplus}}{D_{\zeta}} = \frac{\mathfrak{R}_{\oplus}}{\mathfrak{R}_{\zeta}} = 3.71.$$

В итоге, формула (5) дает численное значение: 3459 кг/м^3 .

В качестве ответа принимается значение из интервала: $[3300, 3900]$.

Для клона №2 решение строится аналогично.

Планета/ Спутник	Земля (1)	Луна (3)	Ганимед (2)
Масса, кг	$5.97 \cdot 10^{24}$	$7.35 \cdot 10^{22}$	$1.48 \cdot 10^{23}$
Радиус, км	?	?	?
Плотность, кг/м ³	5500	?	?

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



Рис. 18. Коллаж фотографий Земли (1), Ганимеда (2) и Луны (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 плотностей трех небесных тел: Земли (1), Ганимеда (2, спутник Юпитера) и Луны (3), изображенных в масштабе на рис. 18. С использованием лишь этих данных и линейки, определите среднюю массовую плотность Ганимеда (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: [1600, 2000].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

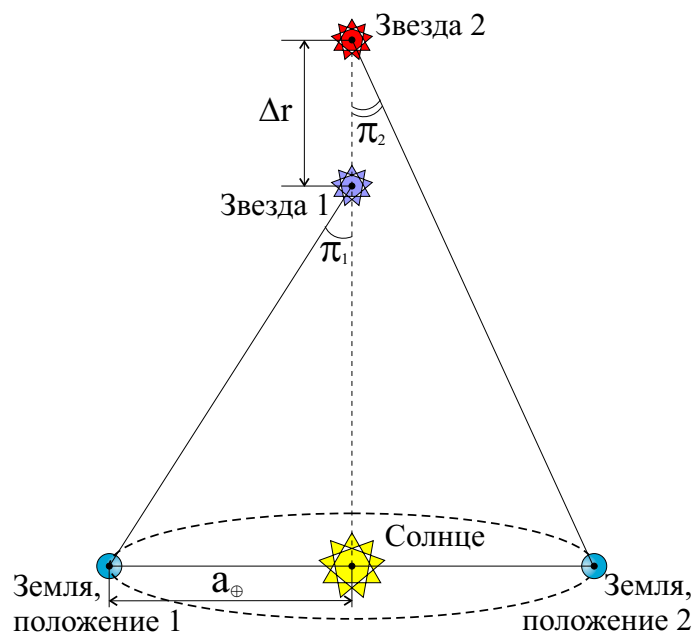


Рис. 19. К определению расстояния между звездами 1 и 2.

Задание №9.К.1. «Расстояния между звездами 1 и 2»

Ввод числа в текстовое поле (ответ – целое число или дробь)

Условие: Две звезды, расположенные в окрестности северного полюса эклиптики, наблюдаются на одном луче зрения. Параллаксы данных звезд равны соответственно $0.012''$ и $0.015''$. Оцените расстояние (Δr) между этими звездами. Ответ представьте в парсеках, округлив до десятых.

Примечание: *годовой 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). Зная параллакс, можно легко определить расстояние до звезды по формуле:

$$r = \frac{1}{\pi}, \text{ здесь } [\pi] = \text{ в угловых секундах, } [r] = \text{ в парсеках.}$$

Правильный ответ: [16, 17].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Возможное Решение.

С использованием данной выше формулы определим расстояния до звезд:

$$r_1 = \frac{1}{\pi_1} = 83.3 \text{ пк}, \quad r_2 = \frac{1}{\pi_2} = 66.7 \text{ пк.}$$

Поскольку данные звезды лежат на одном луче зрения, то расстояние между ними будет

$$\Delta r = r_1 - r_2 = 16.6 \text{ пк.}$$

В качестве ответа принимается значение из интервала: [16, 17] пк.

Для клона №2 решение строится аналогично.

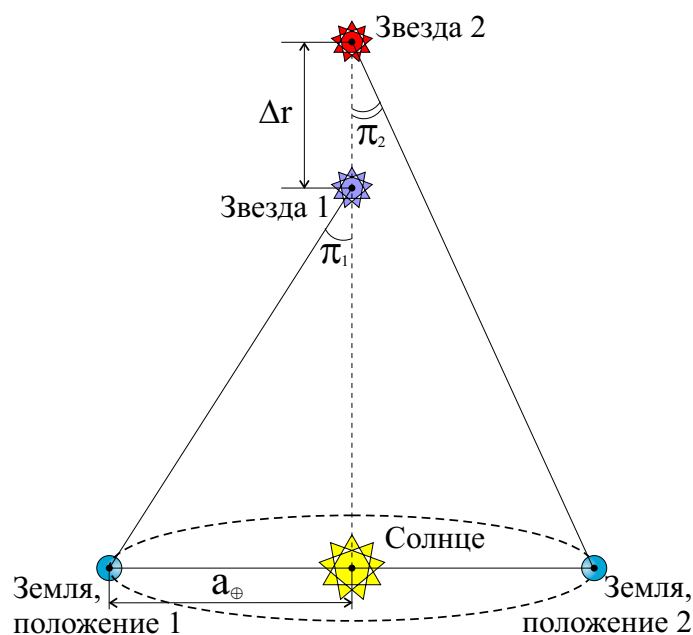


Рис. 20. К определению расстояния между звездами 1 и 2.

Задание №9.К.2. «Расстояния между звездами 1 и 2»

Ввод числа в текстовое поле (ответ – целое число или дробь)

Условие: Две звезды, расположенные в окрестности северного полюса эклиптики, наблюдаются на одном луче зрения. Параллаксы данных звезд равны соответственно $0.12''$ и $0.15''$. Оцените расстояние (Δr) между этими звездами. Ответ представьте в парсеках, округлив до десятых.

Примечание: **годовой 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). Зная параллакс, можно легко определить расстояние до звезды по формуле:

$$r = \frac{1}{\pi}, \text{ здесь } [\pi] = \text{ в угловых секундах, } [r] = \text{ в парсеках.}$$

Правильный ответ: [1.6, 1.7].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Задание №10.К.1. «Радиус орбиты геостационарного спутника»

1. Ввод числа в текстовое поле (ответ – целое число или дробь)

Условие: Луна – единственный естественный спутник Земли, движущийся вокруг последней по круговой орбите, радиус которой равен 384400 км, а период обращения – 27.32 суток. С использованием третьего закона Кеплера, определите радиус круговой орбиты искусственного спутника Земли, движущегося вокруг последней с периодом, равным звездам суткам Земли (23 часа 56 минут 4 секунды). Ответ представить в километрах, округлив до целых.

Правильный ответ: [42100, 42500].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Возможное Решение.

Прежде всего, выразим сидерический период обращения такого спутника в сутках: $T_s = 23$ часа 56 минут 4 секунды = 86164 с / 86400 с = 0.997 сут. С использованием третьего закона Кеплера определим радиус круговой орбиты такого спутника:

$$\left(\frac{T_s}{T_\zeta}\right)^2 = \left(\frac{a_s}{a_\zeta}\right)^3, \Rightarrow a_s = a_\zeta \left(\frac{T_s}{T_\zeta}\right)^{2/3} = 42292 \text{ км.}$$

В качестве ответа принимается значение из интервала: [42100, 42500] сут.

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №10.К.2. «Период обращения МКС»

1. Ввод числа в текстовое поле (ответ – целое число или дробь)

Условие: Луна – единственный естественный спутник Земли, движущийся вокруг последней по круговой орбите, радиус которой равен 384400 км, а период обращения – 27.32 суток. С использованием третьего закона Кеплера, определите сидерический период обращения Международной космической станции вокруг Земли, движущейся вокруг последней по круговой орбите, на высоте 418 км над ее поверхностью. Радиус Земли равен 6371 км. Ответ представьте в секундах, округлив до целых.

Правильный ответ: [5450, 5650].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.



Всероссийская олимпиада школьников 2023/2024 учебного года

Школьный этап

Астрономия

Разбор заданий

11 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 (10 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. Близнецы,
7. Лира,
8. Орион,
9. Цефей,
10. Лебедь

Правильный ответ: Близнецы.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: Какому большому кругу (почти) параллельны вертикальные границы данного созвездия?

1. Математическому горизонту,
2. Первому вертикалу,
3. Небесному экватору,
4. Близлежащему кругу склонения,
5. Эклиптике

Правильный ответ: Близлежащему кругу склонения.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

3. Выбор одного из списка

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

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Полукс.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

4. Выбор одного из списка

Условие: Что Вы можете сказать о соотношении прямых восхождений (α_1 и α_2) звезд «1» и «2»?

Варианты ответов:

1. $\alpha_1 > \alpha_2$,
2. $\alpha_1 = \alpha_2$,
3. $\alpha_1 < \alpha_2$,
4. Невозможно определить по данному рисунку

Правильный ответ: $\alpha_1 > \alpha_2$.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Возможное Решение.

1. Можно легко заметить, что главный астеризм созвездия напоминает "двух человек, держащихся за руки". Именно такой астеризм принадлежит созвездию Близнецы.

2. Согласно общепринятым правилам определения границ созвездий, вертикальные границы всегда (почти) параллельны близлежащим кругам склонений, а горизонтальные – небесному экватору.

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

4. *Прямое восхождение звезды* – это координата, отсчитываемая вдоль небесного экватора от точки весеннего равноденствия до круга склонения светила, против часовой стрелки, если смотреть на данный большой круг с Северного полюса мира.

Данный рисунок визуализирует образ созвездия, каким его видит наблюдатель северного географического полушария. Значит слева на рисунке восток, а справа – запад. Звезда 1 расположена восточнее звезды 2, значит ее прямое восхождение будет больше, чем данная координата для звезды 2, следовательно ответ к задаче: $\alpha_1 > \alpha_2$.

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 (10 баллов)»

Общее условие: На рис. 2 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: Волопас.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: Какому большому кругу (почти) параллельны горизонтальные границы данного созвездия?

1. Математическому горизонту,
2. Первому вертикалу,
3. Небесному экватору,
4. Близлежащему кругу склонения,
5. Эклиптике

Правильный ответ: Небесному экватору.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

3. Выбор одного из списка

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

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Арктур.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

4. Выбор одного из списка

Условие: Что Вы можете сказать о соотношении прямых восхождений (α_1 и α_2) звезд «1» и «2»?

Варианты ответов:

1. $\alpha_1 > \alpha_2$,
2. $\alpha_1 = \alpha_2$,
3. $\alpha_1 < \alpha_2$,
4. Невозможно определить по данному рисунку

Правильный ответ: $\alpha_1 < \alpha_2$.

Точное совпадение ответа: 2 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. Буквами *V* обозначены его точки восхода, а буквами *Z* – точки заката.

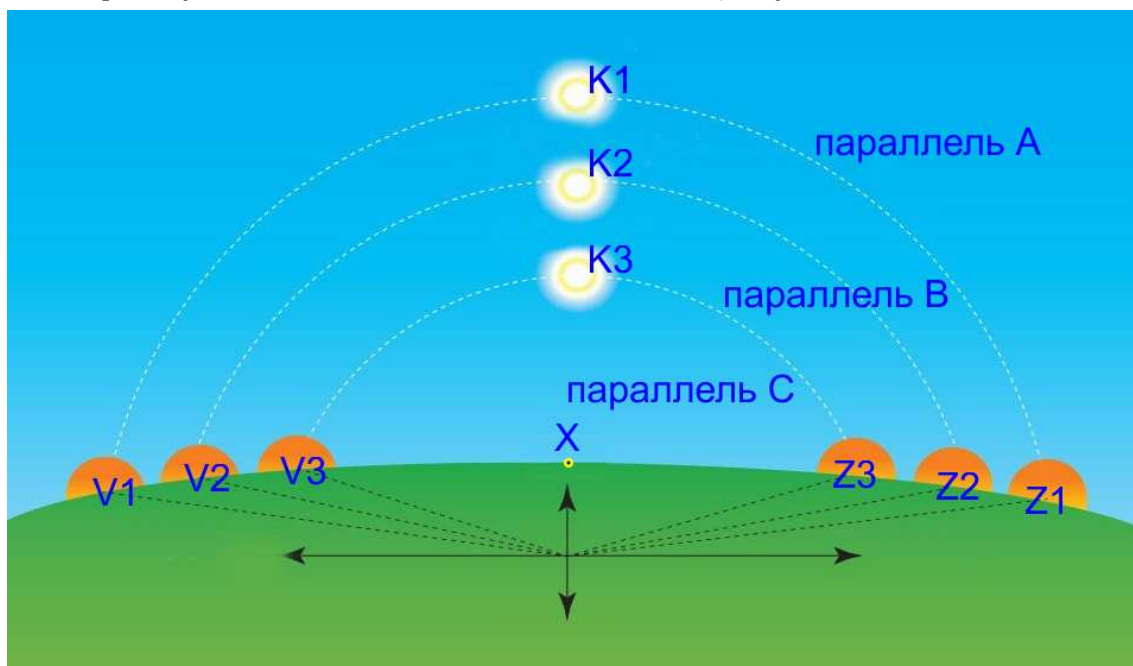


Рис. 3. Суточные параллели (А, В, С), которые описывает Солнце в течение года.

1. Выбор одного из списка

Условие: Видимая часть какой суточной параллели имеет угловую меру, равную 180° ?

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Параллель В.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: С каким большим кругом небесной сферы 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.

3. Выбор одного из списка

Условие: Чему равна разность азимутов точек V_2 и Z_2 ?

Варианты ответов:

1. 45° ,
2. 90° ,
3. 180° ,
4. 270° ,
5. 360° ,
6. Невозможно однозначно определить

Правильный ответ: 180° .

Точное совпадение ответа: 3 балла.

4. Выбор одного из списка

Условие: Чему равна разность высот Солнца в точках его верхней кульминации K_1 и K_3 ? Угол между плоскостями небесного экватора и эклиптики равен 23.5° .

Варианты ответов:

1. 11.8° ,
2. 23.5° ,
3. 47.0° ,
4. 70.5° ,
5. 94.0° ,
6. Невозможно определить однозначно

Правильный ответ: 47.0° .

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Возможное Решение.

1-2. Согласно условию задачи, суточные параллели А и С являются пограничными, по которым Солнце совершает свое суточное движение лишь один раз в год. Суточная параллель В является срединной и расположена на одинаковом расстоянии от пограничных параллелей. Значит ее можно отождествить с небесным экватором. В день весеннего/осеннего равноденствия Солнце совершает свое суточное движение вдоль небесного экватора. Небесный экватор точно пополам делится плоскостью математического горизонта. Следовательно видимая часть суточной параллели В имеет угловую меру равную 180° .

3. Согласно условию задачи, данный рисунок соответствует наблюдаемому жителем средних северных широт. Для него левая половинка рисунка соответствует преимущественно восточной стороне небосвода, а правая – преимущественно западной стороне. Точка пересечения небесного экватора и математического горизонта в восточной стороне небосвода называется *точкой востока* (V_2), а в западной – *точкой запада* (Z_2). Угол, отсчитываемый от точки юга в направлении точки запада, вдоль математического горизонта, вплоть до точки пересечения последнего с вертикалом светила называется *азимутом* этого светила. Согласно определению данной координаты, азимут точки запада равен 90° , а точки востока – 270° . Значит разность азимутов данных точек равна 180° .

4. Согласно рисунку, небесный экватор является срединной параллелью, т.е. он удален от параллелей А и С на одинаковые угловое расстояние, очевидно равное указанному углу $\varepsilon = 23.5^\circ$. Следовательно разность высот Солнца в точках верхних кульминаций K_1 и K_3 равна удвоенному значению угла ε , т.е. 47° .

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. Буквами *V* обозначены его точки восхода, а буквами *Z* – точки заката.

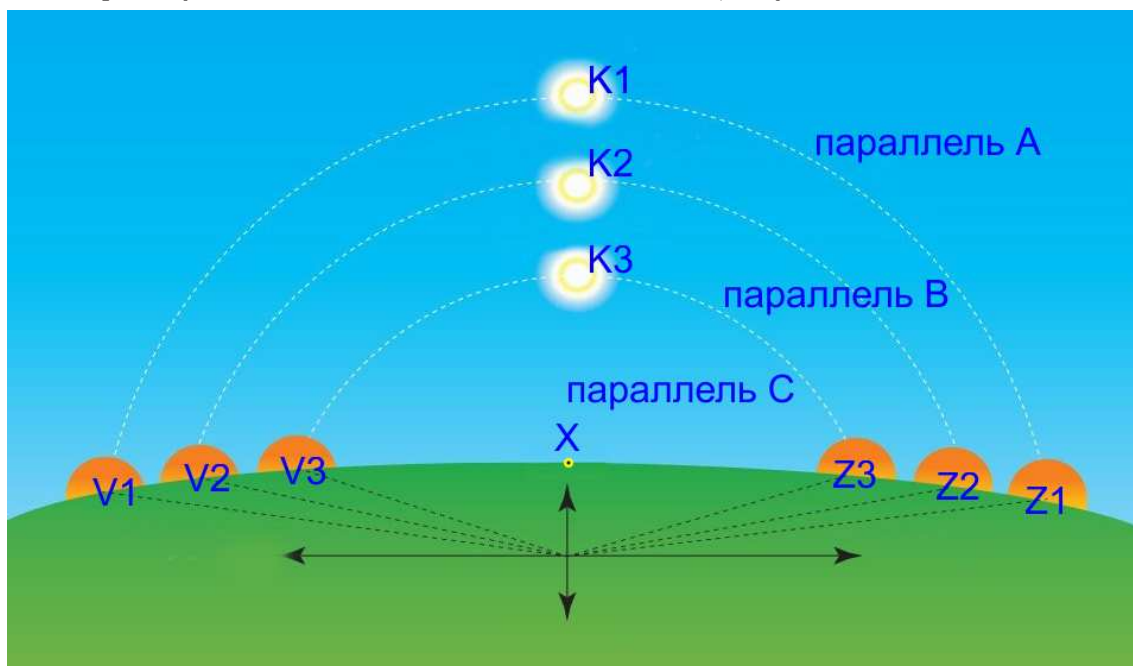


Рис. 4. Суточные параллели (А, В, С), которые описывает Солнце в течение года.

1. Выбор одного из списка

Условие: Видимая часть какой суточной параллели является точно половиной всей окружности?

Варианты ответов:

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

Правильный ответ: Параллель В.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. 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.

3. Выбор одного из списка

Условие: Чему равна разность азимутов точек V_2 и Z_2 ?

Варианты ответов:

1. 45° ,
2. 90° ,
3. 180° ,
4. 270° ,
5. 360° ,
6. Невозможно однозначно определить

Правильный ответ: 180° .

Точное совпадение ответа: 3 балла.

4. Выбор одного из списка

Условие: Насколько больше высота Солнца в точке верхней кульминации K_1 относительно точки K_3 ? Угол между плоскостями небесного экватора и эклиптики равен 23.5° .

Варианты ответов:

1. 11.8° ,
2. 23.5° ,
3. 47.0° ,
4. 70.5° ,
5. 94.0° ,
6. Невозможно определить однозначно

Правильный ответ: 47.0° .

Точное совпадение ответа: 3 балла.

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

Общее условие: На рис. 5 представлена серия фотографий солнечного затмения, наблюдавшегося с территории Каролинских островов в 2016 году, полученных с помощью телескопа с фильтром.

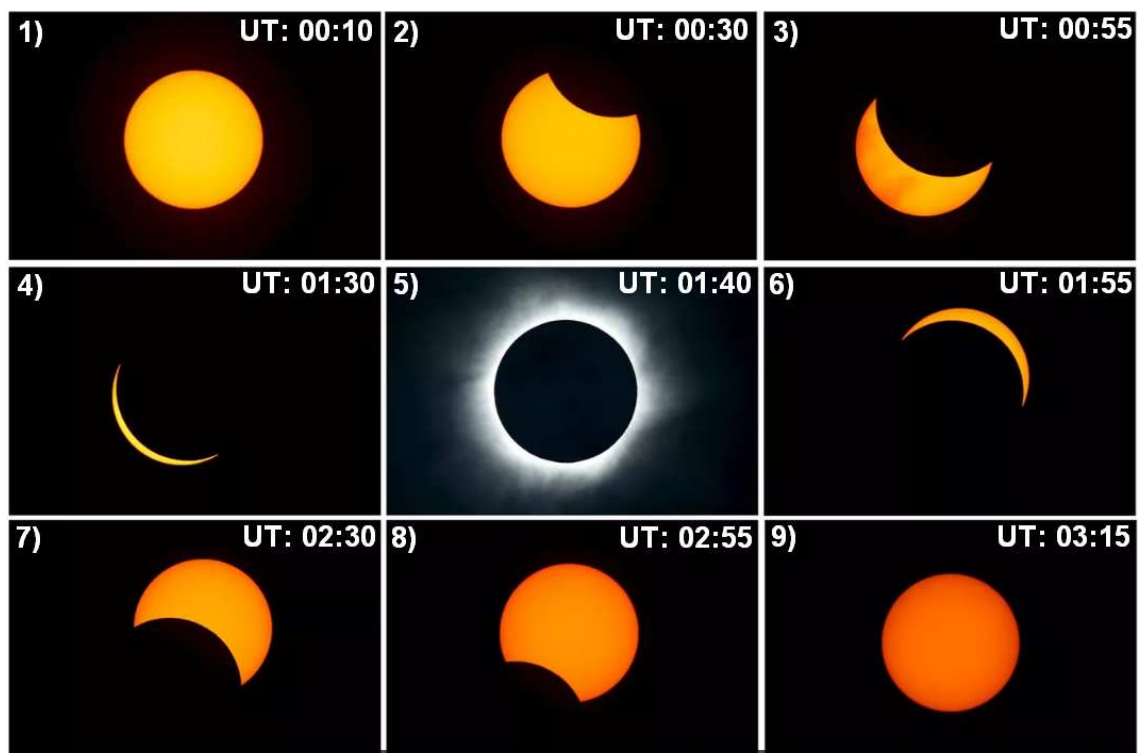


Рис. 5. Кадры и время их получения (по Всемирному времени – UT) для затмения 2016 года.

1. 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.

2. Выбор нескольких из списка

Условие: В какие месяцы года возможно наблюдение солнечного затмения с Северного полюса Земли?

Варианты ответов:

1. Январь,
2. Февраль,
3. Март,
4. Май,
5. Июль,
6. Сентябрь,
7. Ноябрь,
8. Декабрь

Правильный ответ: Март, Май, Июль, Сентябрь.

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

3. Выбор одного из списка

Условие: При каких условиях возможно наблюдение с поверхности Земли солнечного затмения?

Варианты ответов:

1. Узлы лунной орбиты должны располагаться на прямой «Земля-Солнце», а Луна должна пребывать в фазе новолуния,
2. Узлы лунной орбиты **не** должны располагаться на прямой «Земля-Солнце», а Луна должна пребывать в фазе новолуния,
3. Узлы лунной орбиты должны располагаться на прямой «Земля-Солнце», а Луна должна пребывать в фазе полнолуния,
4. Узлы лунной орбиты **не** должны располагаться на прямой «Земля-Солнце», а Луна должна пребывать в фазе полнолуния

Правильный ответ: Узлы лунной орбиты должны располагаться на прямой «Земля-Солнце», а Луна должна пребывать в фазе новолуния.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

4. Выбор одного из списка

Условие: В каком временном интервале могла быть заключена максимальная продолжительность фазы, представленной на кадре №5?

Варианты ответов:

1. (0, 7.5) мин,
2. (7.5, 10.0) мин,
3. (10.0, 15.0) мин,
4. (15.0, 20.0) мин,
5. (20.0, 25.0) мин,
6. Невозможно однозначно определить

Правильный ответ: (0, 7.5) мин.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Возможное Решение.

1. 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.

2. Чтобы на Северном полюсе Земли пронаблюдать солнечное затмение необходимо, чтобы Солнце располагалось над горизонтом. Как известно, здесь наблюдается полярный день (когда солнце находится над горизонтом) с марта по сентябрь. Значит в марте, мае, июле и сентябре здесь можно наблюдать солнечное затмение. В остальные месяцы это сделать невозможно.

3. Для наблюдения с поверхности Земли солнечного затмения, как известно, необходимо одновременное выполнение двух условий: 1) узлы лунной орбиты должны располагаться на прямой «Земля-Солнце»; 2) Луна должна пребывать в фазе новолуния, т.е. на этой прямой, между Солнце и Землей.

4. На кадре №5 запечатлена фаза полного солнечного затмения, максимальная продолжительность которой для любой точки поверхности Земли не превосходит 7.5 мин. Значит ответ: (0, 7.5) мин.

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №3.К.2. «Наблюдая затмение с Каролинских островов (11 баллов)»

Общее условие: На рис. 6 представлена серия фотографий солнечного затмения, наблюдавшегося с территории Каролинских островов в 2016 году, полученных с помощью телескопа с фильтром.

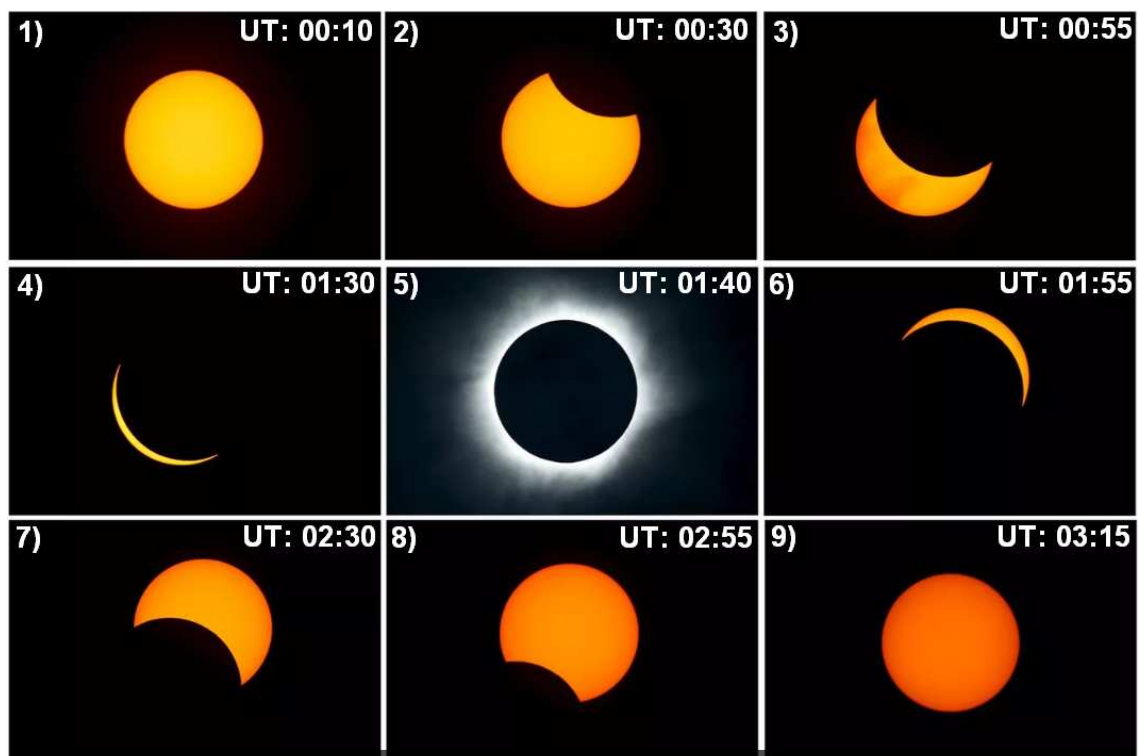


Рис. 6. Кадры и время их получения (по Всемирному времени – UT) для затмения 2016 года.

1. 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.

2. Выбор нескольких из списка

Условие: В какие месяцы года невозможно наблюдение солнечного затмения с Северного полюса Земли?

Варианты ответов:

1. Январь,
2. Февраль,
3. Март,
4. Май,
5. Июль,
6. Сентябрь,
7. Ноябрь,
8. Декабрь

Правильный ответ: Январь, Февраль, Ноябрь, Декабрь.

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

3. Выбор одного из списка

Условие: При каких условиях возможно наблюдение с поверхности Земли солнечного затмения данного вида (при сближении Луны и Солнца на небосводе)?

Варианты ответов:

1. Вектор относительной скорости видимого движения Луны должен быть направлен вдоль прямой, соединяющей центры видимых дисков Луны и Солнца, а угловой диаметр Луны должен быть **не** меньше углового диаметра центрального светила,

2. Вектор относительной скорости видимого движения Луны должен быть направлен вдоль прямой, соединяющей центры видимых дисков Луны и Солнца, а угловой диаметр Луны должен быть меньше углового диаметра центрального светила,

3. Вектор относительной скорости видимого движения Луны должен быть направлен перпендикулярно прямой, соединяющей центры видимых дисков Луны и Солнца, а угловой диаметр Луны должен быть **не** меньше углового диаметра центрального светила,

4. Вектор относительной скорости видимого движения Луны должен быть направлен перпендикулярно прямой, соединяющей центры видимых дисков Луны и Солнца, а угловой диаметр Луны должен быть меньше углового диаметра центрального светила

Правильный ответ: Вектор относительной скорости видимого движения Луны должен быть направлен вдоль прямой, соединяющей центры видимых дисков Луны и Солнца, а угловой диаметр Луны должен быть **не** меньше углового диаметра центрального светила.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

4. Выбор одного из списка

Условие: Через какое количество лет в среднем повторяются полные солнечные затмения в данной точке поверхности Земли?

Варианты ответов:

1. Через 3 часа,
2. Через 15 суток,
3. Через полгода,
4. Через 1 год,
5. Через 18.6 года,
6. Через 30 лет,
7. Через 50 лет,
8. Через 200-300 лет

Правильный ответ: Через 200-300 лет.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

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

Задание №4.К.1. «Великие ученые и их открытия в астрономии (18 баллов)»

1. Соответствие один к одному (из списка)

Условие: Установите соответствие между известными учеными прошлого, сыгравшими важную роль в становлении астрономии как науки, и их великими научными трудами.

Варианты ответов:

1-й столбец

1. Гишарх Никейский,
2. Клавдий Птолемей,
3. Галилео Галилей,
4. Исаак Ньютон,
5. Джеймс Клерк Максвелл

2-й столбец

- A. Первый звездный каталог в Европе (134 г. до н. э.),
- B. Альмагест (140 г. н. э.),
- C. Звездный вестник (1610 г. н. э.),
- D. Математические начала натуральной философии (1687 г. н. э.),
- E. Об устойчивости движения колец Сатурна (1859 г. н. э.)

Правильный ответ: (1,A); (2,B); (3,C); (4,D); (5,E).

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно определенную пару (всего – 10 баллов).

2. Соответствие один к одному (из списка)

Условие: Установите соответствие между известными фактами/законами/системами мира в астрономии и учеными, открывшими их.

Варианты ответов:

1-й столбец

1. Геоцентрическая система мира,
2. Гелиоцентрическая система мира,
3. Шарообразность Земли,
4. Закон площадей для движения планет

2-й столбец

- A. Птолемей,
- B. Коперник,
- C. Аристотель,
- D. Кеплер

Правильный ответ: (1,A); (2,B); (3,C); (4,D).

Точное совпадение ответа: 1 балл за каждую правильно определенную пару (всего – 4 балла).

3. Выбор одного из списка

Условие: Закончите формулировку следующего известного закона: «Орбита любой планеты, движущейся вокруг Солнца, есть X , в одном из фокусов *которого(ой)* находится Y ».

Варианты ответов:

Для вакантного места X :

1. Прямая,
2. Парабола,
3. Гипербола,
4. Окружность,
5. Эллипс,
6. Циклоида,
7. Кардиоида,
8. Спираль Архимеда

Для вакантного места Y :

1. Солнце,
2. Планета Юпитер,
3. Шаровое звездное скопление М13,
4. Галактика М31,
5. Скопление галактик Абеля,
6. Вселенная

Правильный ответ: X =эллипс; Y =Солнце.

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждый правильно названный термин/объект (всего – 4 балла).

Возможное Решение.

Гипсарх Никейский создал первый звездный каталог в Европе в 134 г. до н. э.

«Альмагест» – классический труд Клавдия Птолемея, появившийся около 140 г. н. э. и включающий полный комплекс астрономических знаний Греции и Ближнего Востока того времени.

Галилео Галилей в 1610 г. опубликовал свою работу "Звездный вестник", в которой подробно описал свои небесные открытия, выполненные с помощью собственноручно изготовленной зрительной трубы (телескопа).

«Математические начала натуральной философии» – знаменитый фундаментальный труд Исаака Ньютона, в котором он сформулировал закон всемирного тяготения и три закона движения, ставшие основой классической механики и названные его именем. Работа была опубликована в трех томах в 1687 г.

В 1859 г. Джеймс Клерк Максвелл опубликовал свою работу "Об устойчивости движения колец Сатурна", в которой он излагал свое видение природы колец Сатурна, подкрепленное строгими математическими выкладками и доказательствами. Т.о. имеем следующие пары: (1,А); (2,В); (3,С); (4,Д); (5,Е).

2. Отцом Геоцентрической система мира традиционно считается Клавдий Птолемей.

Основателем Гелиоцентрической системы мира является Николай Коперник.

Впервые факт шарообразности Земли попытался строго обосновать Аристотель.

Закон площадей для движения планет установил в результате анализа данных наблюдений за движением Марса Иоганн Кеплер.

3. Очевидно, здесь дана формулировка первого закона Кеплера, которая правильно звучит так: «Орбита любой планеты, движущейся вокруг Солнца, есть эллипс, в одном из фокусов которого находится Солнце». Ответ: X =эллипс; Y =Солнце.

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №4.К.2. «Великие ученые и их открытия в астрономии (18 баллов)»

1. Соответствие один к одному (из списка)

Условие: Установите соответствие между известными учеными прошлого, сыгравшими важную роль в становлении астрономии как науки, и их великими научными трудами.

Варианты ответов:

1-й столбец

1. Демокрит Абдерский,
2. Николай Коперник,
3. Эдмунд Галлей,
4. Василий Струве,
5. Альберт Эйнштейн

2-й столбец

- A. Великий мирострой (около 400 г. до н. э.),
- B. О вращении небесных сфер (1543 г. н. э.),
- C. Обзор кометной астрономии (1705 г. н. э.),
- D. Этюды звездной астрономии (1847 г. н. э.),
- E. Проект обобщенной теории относительности и теории тяготения (1913 г. н. э.)

Правильный ответ: (1,A); (2,B); (3,C); (4,D); (5,E).

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно определенную пару (всего – 10 баллов).

2. Соответствие один к одному (из списка)

Условие: Установите соответствие между известными фактами/законами/системами мира в астрономии и учеными, открывшими их.

Варианты ответов:

1-й столбец

1. Прецессия оси вращения Земли,
2. Открытие планеты Уран,
3. Начало эпохи телескопических наблюдений,
4. Закон красного смещения

2-й столбец

- A. Гиппарх Никейский,
- B. Уильям Гершель,
- C. Галилео Галилей,
- D. Эдвин Хаббл

Правильный ответ: (1,A); (2,B); (3,C); (4,D).

Точное совпадение ответа: 1 балл за каждую правильно определенную пару (всего – 4 балла).

3. Выбор одного из списка

Условие: Закончите формулировку следующего известного закона: «Отношение квадратов X обращения двух планет вокруг Солнца равно отношению кубов Y их орбит».

Варианты ответов:

Для вакантного места X :

1. Период,
2. Частота,

3. Линейная орбитальная скорость,
4. Центробежное ускорение,
5. Масса,
6. Эксцентриситет,
7. Большая полуось,
8. Фокальное расстояние

Для вакантного места Y :

1. Период,
2. Частота,
3. Линейная орбитальная скорость,
4. Центробежное ускорение,
5. Масса,
6. Эксцентриситет,
7. Большая полуось,
8. Фокальное расстояние

Правильный ответ: X =Период; Y =Большая полуось.

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждый правильно названный термин/объект (всего – 4 балла).

Фазы Юпитера с июля по декабрь 2022 года

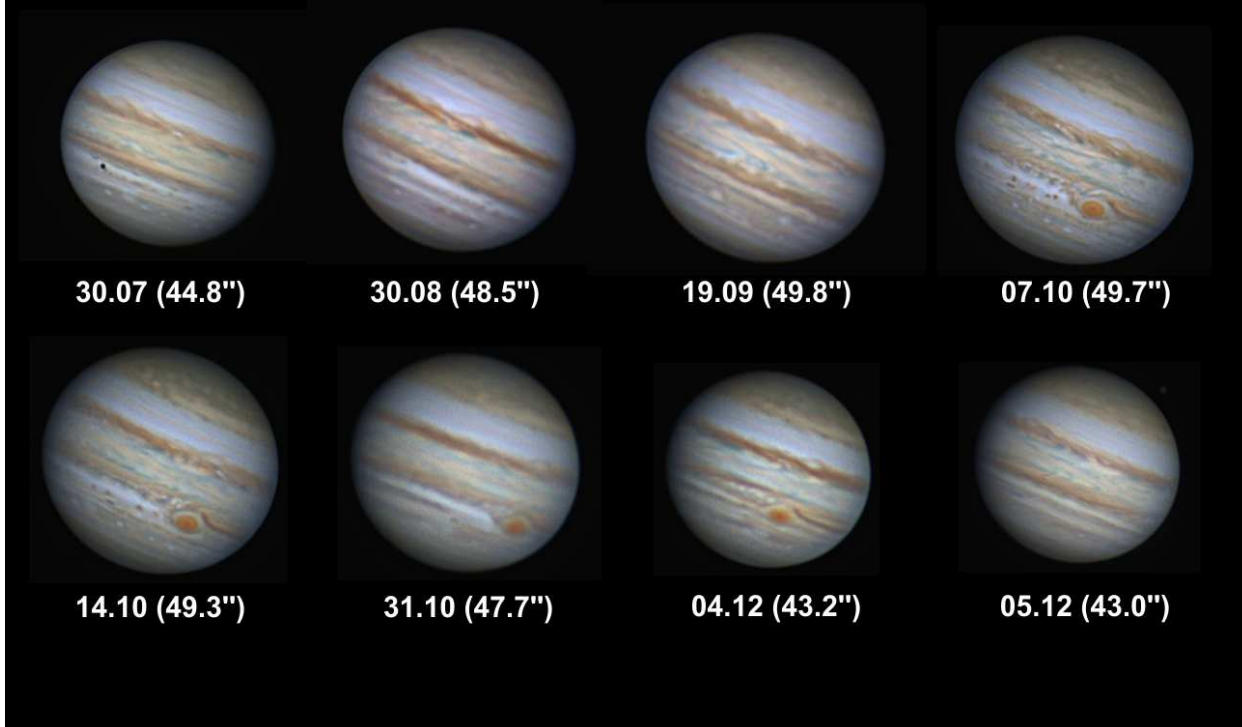


Рис. 7. Фазы Юпитера (с указанием наибольшего углового диаметра) с июля по декабрь 2022 года.

Задание №5.К.1. «Эволюция образа Юпитера (11 баллов)»

Общее условие: На рис. 7 представлен коллаж фотографий Юпитера в различных фазах, полученных с июля по декабрь 2022 года. С использованием диаграммы основных конфигураций планет, с точки зрения земного наблюдателя, представленной на рис. 8, ответьте на следующие вопросы.

1. Выбор одного из списка

Условие: Какого числа Юпитер была наиболее близок к конфигурации противостояния? Орбиту Земли и Юпитера считать круговыми.

Варианты ответов:

1. 30 июля,
2. 30 августа,
3. 19 сентября,
4. 7 октября,
5. 14 октября,
6. 31 октября,
7. 4 декабря,
8. 5 декабря

Правильный ответ: 19 сентября.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: Какого числа Юпитер был наиболее близок к конфигурации западной квадратуры? Отметим, что интервал между датами противостояния и квадратуры Юпитера (восточной или западной) составляет в среднем 87 суток.

Варианты ответов:

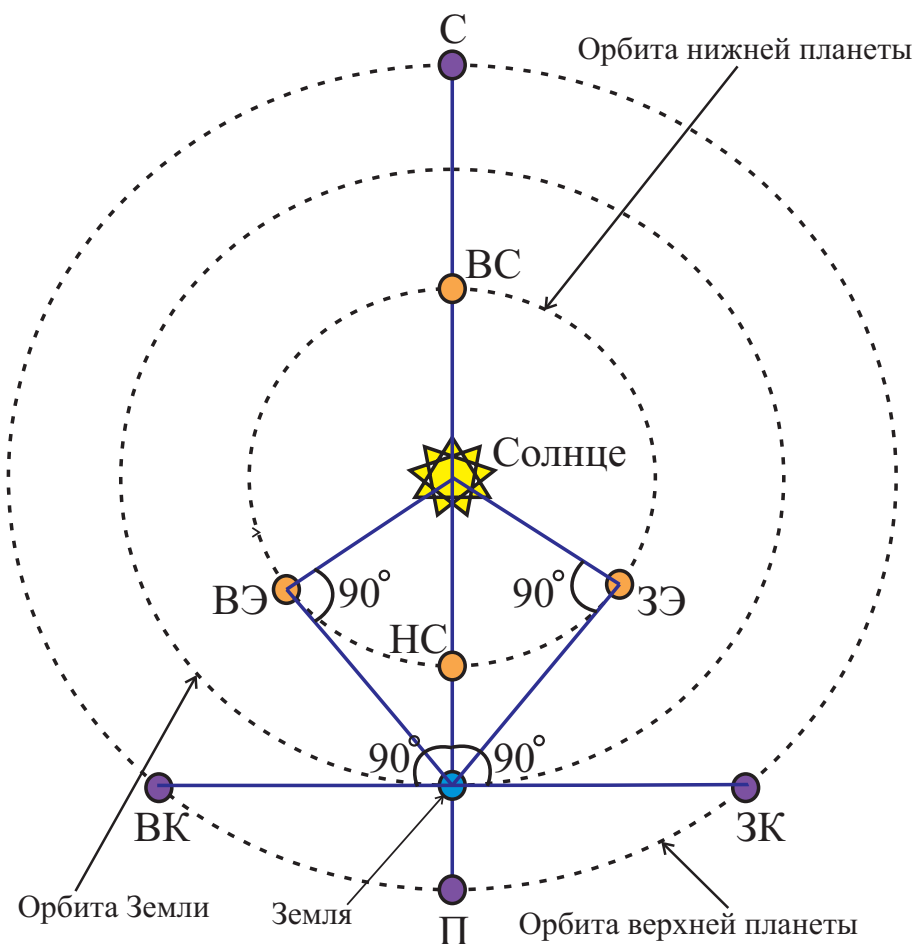


Рис. 8. К определению основных конфигураций нижних и верхних планет с точки зрения земного наблюдателя. Здесь в случае нижней планеты: ВС – верхнее соединение, НС – нижнее соединение, ВЭ – наибольшая восточная элонгация, ЗЭ – наибольшая западная элонгация; в случае верхней планеты: С – соединение, П – противостояние, ВК – восточная квадратура, ЗК – западная квадратура.

1. 30 июля,
2. 30 августа,
3. 19 сентября,
4. 7 октября,
5. 14 октября,
6. 31 октября,
7. 4 декабря,
8. 5 декабря

Правильный ответ: 30 июля.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: В какое время суток и в какой стороне небосвода можно было наблюдать Юпитер в западной квадратуре?

Варианты ответов:

1. С полуночи и до утра, в западной стороне небосвода,
2. С полуночи и до утра, в восточной стороне небосвода,
3. После заката и до полуночи, в западной стороне небосвода,
4. После заката и до полуночи, в восточной стороне небосвода

Правильный ответ: С полуночи и до утра, в восточной стороне небосвода.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

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

Условие: По данным рис. 7 оцените относительное изменение углового диаметра Юпитера в период с 30 июля по 19 сентября. В качестве опорного значения следует использовать значение углового диаметра Юпитера от 19 сентября. Ответ представить в процентах, округлив до целого.

Правильный ответ: [9, 11].

Точное совпадение ответа: 4 балла.

Возможное Решение.

1. Согласно рис. 8, в момент противостояния верхней планеты (Юпитера), расстояние от Земли до нее становится минимальным, а ее угловой диаметр и видимая яркость достигают максимальных значений. Поскольку на рис. 7 все образы получены в одном масштабе, значит образ, полученный наиболее близко к моменту его противостояния, соответствует дате 19 сентября.

2. Как видно из рис. 8 конфигурация западной квадратуры предшествует конфигурации противостояния. Значит необходимо отступить по датам на 87 суток назад относительно 19 сентября, что соответствует дате 23 июня. Образ, наиболее близкий к указанной дате и представленный на рисунке соответствует 30 июля.

3. С использованием рис. 8 легко убедиться в том, что Юпитер в западной квадратуре можно наблюдать с полуночи и до утра, в восточной стороне небосвода.

4. 30 июля Юпитер имел угловой диаметр $D_1 = 44.8''$, а 19 сентября – $D_2 = 49.8''$. Относительное изменение углового диаметра планеты в указанный промежуток времени есть

$$\eta = \frac{D_2 - D_1}{D_2} \cdot 100\% = \frac{5''}{49.8''} \cdot 100\% = 10\%.$$

В качестве ответа допускается число из интервала: [9, 11] %.

Для клона №2 решение строится аналогично.

Фазы Юпитера с июля по декабрь 2022 года

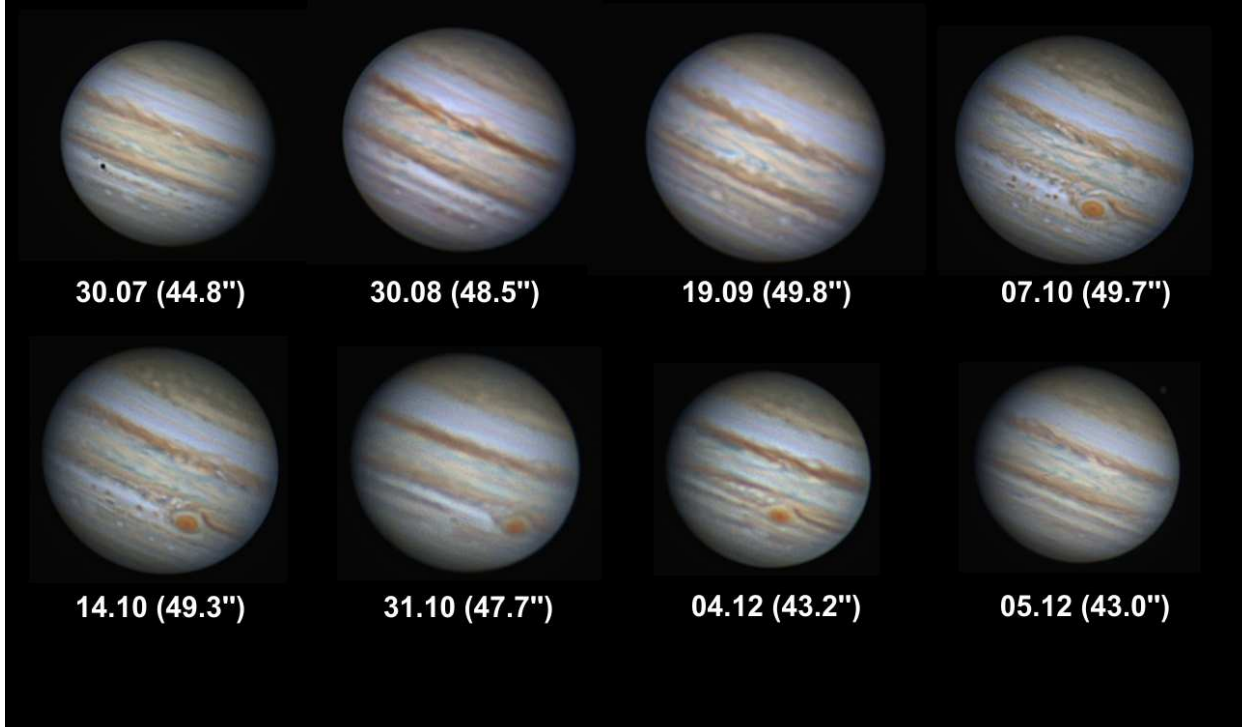


Рис. 9. Фазы Юпитера (с указанием наибольшего углового диаметра) с июля по декабрь 2022 года.

Задание №5.К.2. «Эволюция образа Юпитера (11 баллов)»

Общее условие: На рис. 9 представлен коллаж фотографий Юпитера в различных фазах, полученных с июля по декабрь 2022 года. 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 Юпитер была наиболее близок к конфигурации противостояния? Орбиту Земли и Юпитера считать круговыми.

Варианты ответов:

1. 30 июля,
2. 30 августа,
3. 19 сентября,
4. 7 октября,
5. 14 октября,
6. 31 октября,
7. 4 декабря,
8. 5 декабря

Правильный ответ: 19 сентября.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. Выбор одного из списка

Условие: Какого числа Юпитер была наиболее близок к конфигурации восточной квадратуры? Отметим, что интервал между датами противостояния и квадратуры Юпитера (восточной или западной) составляет в среднем 87 суток.

Варианты ответов:

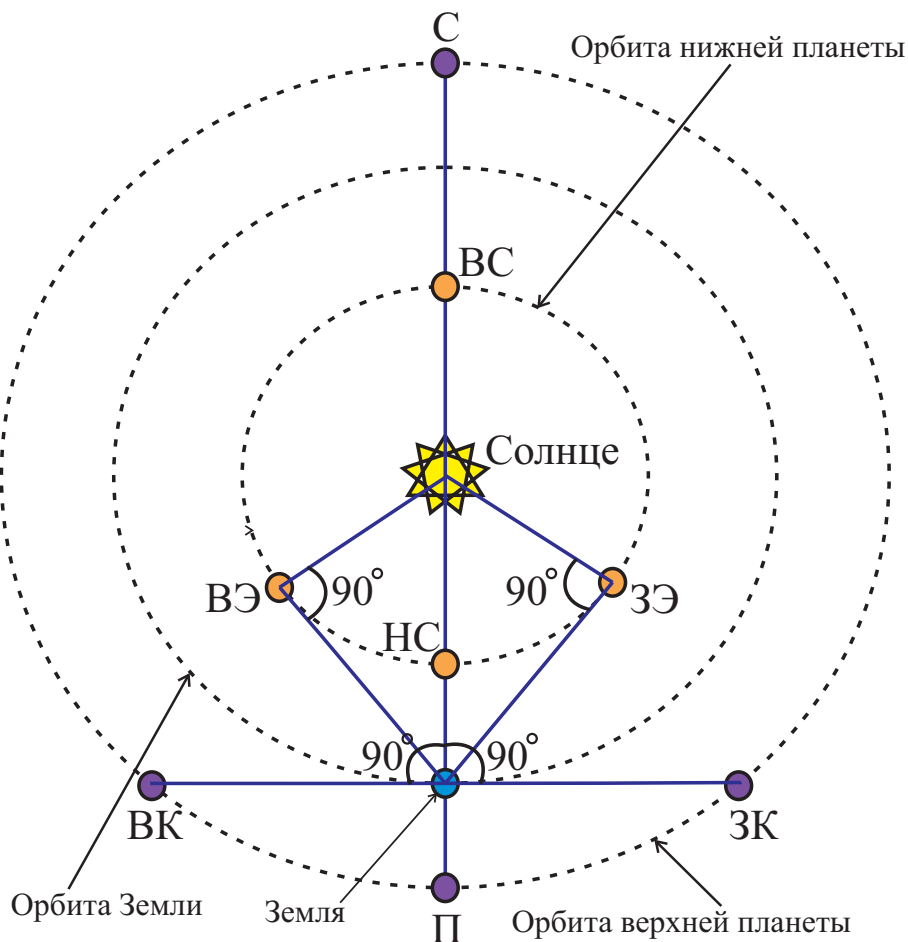


Рис. 10. К определению основных конфигураций нижних и верхних планет с точки зрения земного наблюдателя. Здесь в случае нижней планеты: ВС – верхнее соединение, HC – нижнее соединение, ВЭ – наибольшая восточная элонгация, ЗЭ – наибольшая западная элонгация; в случае верхней планеты: С – соединение, П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

1. 30 июля,
2. 30 августа,
3. 19 сентября,
4. 7 октября,
5. 14 октября,
6. 31 октября,
7. 4 декабря,
8. 5 декабря

Правильный ответ: 5 декабря.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

3. Выбор одного из списка

Условие: В какое время суток и в какой стороне небосвода можно было наблюдать Юпитер в восточной квадратуре?

Варианты ответов:

1. С полуночи и до утра, в западной стороне небосвода,
2. С полуночи и до утра, в восточной стороне небосвода,
3. После заката и до полуночи, в западной стороне небосвода,
4. После заката и до полуночи, в восточной стороне небосвода

Правильный ответ: После заката и до полуночи, в западной стороне небосвода.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

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

Условие: По данным рис. 9 оцените относительное изменение углового диаметра Юпитера в период с 19 сентября по 5 декабря. В качестве опорного значения следует использовать значение углового диаметра Юпитера от 19 сентября. Ответ представить в процентах, округлив до целого.

Правильный ответ: [13, 15].

Точное совпадение ответа: 4 балла.

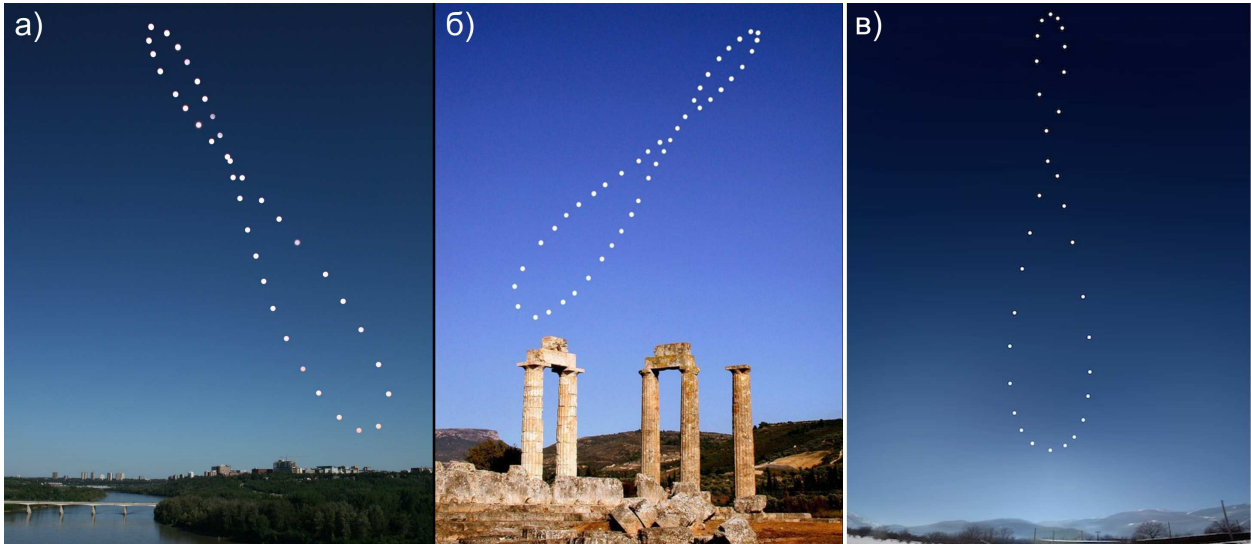


Рис. 11. Три аналеммы, полученные из разных точек северного географического полушария в течение года.

Задание №6. «Три аналеммы (12 баллов)»

Общее условие: На рис. 11 представлены фотографии-коллажи трех аналемм, полученных из разных точек северного географического полушария в течение года.

Примечание: *Аналема* – кривая, соединяющая ряд последовательных положений Солнца на земном небосводе, зафиксированных через одинаковые промежутки времени и в одно и то же время гражданских суток в течение всего года. Форма аналеммы на небосводе Земли имеет вид «восьмерки» и определяется рядом факторов. Наивысшая точка на аналемме (имеющая наибольшее склонение) соответствует летнему солнцестоянию, наинизшая (с наименьшим склонением) – зимнему. Перекрестие в «восьмерке» Солнце занимает два раза в год, в середине апреля и в конце августа.

1. Соответствие одного к одному

Условие: Разная ориентация аналемм по отношению к горизонту обусловлена съемкой Солнца в разное время дня. При этом камера все время должна быть ориентирована в одну и ту же сторону света. Установите соответствие между аналеммами и временем суток, когда они были получены, а также стороной света в которую была ориентирована камера.

Варианты ответов:

1-й столбец:

1. Аналема на рисунке а),
2. Аналема на рисунке б),
3. Аналема на рисунке в)

2-й столбец:

- А. Съемка велась в утренние часы, камера ориентирована на запад,
- В. Съемка велась в утренние часы, камера ориентирована на юг,
- С. Съемка велась в утренние часы, камера ориентирована на восток,
- Д. Съемка велась в окрестности полудня, камера ориентирована на запад,
- Е. Съемка велась в окрестности полудня, камера ориентирована на юг,
- Ф. Съемка велась в окрестности полудня, камера ориентирована на восток,
- Г. Съемка велась в вечерние часы, камера ориентирована на запад,
- Н. Съемка велась в вечерние часы, камера ориентирована на юг,
- Ж. Съемка велась в вечерние часы, камера ориентирована на восток

Правильный ответ: (1, С); (2, Г); (3, Е).

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно определенную пару (всего – 6 баллов).

2. Выбор одного из списка

Условие: Вследствие эллиптичности земной орбиты и неравномерного движения Земли, положения Солнца на верхней петле «восьмерки» расположены ближе друг к другу, а на нижней петле – дальше друг от друга. Из курса астрономии известно, что Земля движется быстрее всего по орбите в окрестности своего перигелия – ближайшей точки орбиты к Солнцу, а медленнее всего – в окрестности афелия – самой далекой точки орбиты от Солнца. Определите день, ближайший к дате прохождения Землей перигелия. Следует отметить, что в окрестности экстремальных точек кривой съемка велась с максимальной частотой, чтобы проработать детальнее данную кривую.

Варианты ответов:

1. День летнего солнцестояния,
2. День осеннего равноденствия,
3. День зимнего солнцестояния,
4. День весеннего равноденствия

Правильный ответ: День зимнего солнцестояния.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

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

Условие: С использованием лишь данных фотографий, оцените склонение узла «восьмерки» аналеммы. Ответ представить в градусах округлив до целого. Угол между экватором и эклиптической равен 23.5° .

Правильный ответ: [6, 10].

Точное совпадение ответа: 4 балла.

Возможное Решение.

1. Важно отметить, что все аналеммы были получены в Северном географическом полушарии. Аналемма, представленная на рис. 11.а) имеет характерный завал на левый бок. Поскольку съемка Солнца велась в одни и те же моменты гражданских суток, то положение Солнца должно было быть близким к положению некоего среднего круга склонения на небосводе. Как известно круги склонения к востоку от небесной меридиана имеет характерный "завал" в сторону точки востока, налево. Значит при создании аналеммы а) съемка велась в утренние часы, камера ориентирована на восток.

Аналогично рассуждая, можно прийти к заключению, что аналемма б) была получена в результате регулярной съемки в вечерние часы, камера была ориентирована на запад.

Наконец при съемке Солнца вблизи полудня, последнее должно располагаться вблизи небесного меридиана (в направлении точки юга), плоскость которого должна содержать отвесную линию, следовательно восьмерка аналеммы должна была занимать вертикальное положение. Тогда ответ в случае рис. 11.в): съемка велась в окрестности полудня, камера ориентирована на юг. Тогда ответ: (1, С); (2, G); (3, E).

2. Согласно второму закону Кеплера, движение Земли по эллиптической орбите не является равномерным. С наибольшей скоростью Земля движется в окрестности своего перигелия. В этот же момент Солнце с позиции земного наблюдателя также движется по небосводу с наибольшей угловой скоростью. Значит за равные промежутки времени Солнце должно перемещаться по небосводу на наибольшие угловые расстояния в моменты, близкие к моменту прохождения Землей своего перигелия. Из рисунка видно, что наибольшие угловые расстояния на которые перемещалось Солнце по небосводу наблюдаются в окрестности нижней точки большой петли "восьмерки" аналеммы. Значит указанный момент наиболее близок к *дню зимнего солнцестояния*.

3. Измерим с помощью линейки расстояние ($L = 75$ мм) между верхней и нижней точкой аналеммы, например на рис. 11.б). Затем определим расстояние ($\ell = 25$ мм) от верхней точки восьмерки аналеммы до ее узла. Общая угловая протяженность аналеммы вдоль круга склонения, очевидно, составляет удвоенное значение угла между экватором и эклиптической, то есть 47.0° .

Тогда разность склонений точки летнего солнцестояния (верхние точки "восьмерки", δ_s) и ее узла δ_n определяется пропорцией:

$$\Delta\delta = \delta_s - \delta_n = 47.0^\circ \cdot \frac{\ell}{L} = 15.7^\circ.$$

Поскольку склонение точки летнего солнцестояния составляет $\delta_s = 23.5^\circ$. Значит искомое склонение узла восьмерки есть

$$\delta_n = \delta_s - \Delta\delta = 7.8^\circ \approx 8^\circ.$$

В качестве ответа допускается число из интервала: [6, 10] градусов.

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №7.К.1. «Космические аппараты и их скорости (12 баллов)»

Общее условие: Выберите верные ответы на поставленные ниже вопросы.

1. Выбор одного из списка

Условие: Почему ведущие космические державы стремятся строить космодромы как можно ближе к экватору? Выберите главную причину такой тенденции.

Варианты ответов:

1. На экваторе больше ясных дней, что дает больше окон для запуска КА,
2. На экваторе самое слабое магнитное поле Земли, значит меньше помех для работы электроники КА,
3. На экваторе самые высокие температуры атмосферы, а значит и самые высокие температуры горения топлива,
4. На экваторе самая высокая скорость точек поверхности Земли относительно ее центра. Это позволяет существенно экономить топливо при запуске КА на околоземную орбиту

Правильный ответ: На экваторе самая высокая скорость точек поверхности Земли относительно ее центра. Это позволяет существенно экономить топливо при запуске КА на околоземную орбиту.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. Соответствие одного к одному

Условие: Установите соответствие между различными летательными аппаратами и возможными значениями их скорости, определенной относительно центра Земли, вблизи ее поверхности.

Варианты ответов:

1-й столбец

1. Баллистический снаряд,
2. Искусственный спутник Земли на круговой орбите,
3. Искусственный спутник Земли на эллиптической орбите, в перигее,
4. Автоматическая межпланетная станция, ушедшая от Земли по параболической орбите,
5. Автоматическая межпланетная станция, ушедшая от Земли по гиперболической орбите и движущаяся относительно Солнца по эллиптической орбите,
6. Автоматическая станция, ушедшая от Земли в межзвездное путешествие

2-й столбец

- A. $0 < V < 7.9$ км/с,
- B. $V = 7.9$ км/с,
- C. $7.9 < V < 11.2$ км/с,
- D. $V = 11.2$ км/с,
- E. $11.2 < V < 16.65$ км/с,
- F. $V \geq 16.65$ км/с

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

Точное совпадение ответа: 1 балл за каждую правильно определенную пару (всего – 6 баллов).

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

Условие: Скорость искусственного спутника Земли, движущегося по круговой орбите на высоте h , может быть определена формулой:

$$V = V_0 \sqrt{\frac{R_{\oplus}}{R_{\oplus} + h}}, \text{ где}$$

$V_0 = 7.9$ км/с – первая космическая скорость у поверхности Земли, $R_{\oplus} = 6371$ км – радиус Земли, h – высота орбиты над поверхностью Земли. Вычислите орбитальную скорость международной космической станции, движущийся по круговой орбите на высоте 418 км. Ответ представить в км/с, округлив до десятых.

Правильный ответ: [7.6, 7.8].

Точное совпадение ответа: 4 балла.

Возможное Решение.

1. Финансовая поддержка космической промышленности для любой космической державы является всегда весомым бременем для бюджета этой страны. Одна из главных задач экономистов в этой промышленности – посильное сокращение расходов на запуски космических аппаратов. Один из возможных путей сокращения расходов – уменьшение затрат на используемое топливо. Экономия расходуемого топлива – верный путь к экономии значительных денежных средств. Использование максимальной скорости точки старта относительно центра Земли, достигаемое на экваторе, позволяет уменьшить начальную скорость старта ракеты, значит уменьшить работу двигателей при выводе ракеты на заданную орбиту. Сокращение работы двигателей приводит к уменьшению используемого топлива. Тогда ответ: на экваторе самая высокая скорость точек поверхности Земли относительно ее центра. Это позволяет существенно экономить топливо при запуске КА на околоземную орбиту.

2. Баллистический снаряд – это тело, которое движется вблизи поверхности Земли со скоростью, большей нуля, но меньше первой космической скорости, т.е. $0 < V < 7.9$ км/с.

Любой искусственный спутник Земли (ИСЗ), движущийся вблизи ее поверхности по круговой орбите, должен иметь скорость, равную первой космической скорости, т.е. $V = 7.9$ км/с.

Любой ИСЗ, движущийся по эллиптической орбите вблизи ее поверхности, должен иметь скорость в перигее, превышающую первую космическую скорость, но меньшую, чем вторая космическая скорость, т.е. $7.9 < V < 11.2$ км/с.

Любая автоматическая межпланетная станция (АМС), ушедшая от Земли по параболической орбите от ее поверхности, должна иметь скорость, равную ее второй космической скорости, т.е. $V = 11.2$ км/с.

Любая АМС, ушедшая от поверхности Земли по гиперболической орбите и движущаяся относительно Солнца по эллиптической орбите, должна иметь скорость старта из интервала: $11.2 < V < 16.65$ км/с.

Наконец, любая автоматическая станция, ушедшая от поверхности Земли в межзвездное путешествие, должна иметь скорость, не меньшую ее третьей космической скорости, т.е. $V \geq 16.65$ км/с.

В итоге имеем следующие пары: (1,А); (2,В); (3,С); (4,Д); (5,Е); (6,Ф).

3. Прямой численный расчет по формуле, данной в условии задачи, с использованием представленных данных, приводит к результату вида: $V = 7.7$ км/с. В качестве ответа допускается число из интервала: [7.6, 7.8] км/с.

Для клона №2 решение строится аналогично.

Задание №7.К.2. «Космические аппараты и их скорости (12 баллов)»

Общее условие: Выберите верные ответы на поставленные ниже вопросы.

1. Выбор одного из списка

Условие: Почему ведущие космические державы стремятся строить космодромы как можно ближе к экватору? Выберите главную причину такой тенденции.

Варианты ответов:

1. На экваторе больше ясных дней, что дает больше окон для запуска КА,
2. На экваторе самое слабое магнитное поле Земли, значит меньше помех для работы электроники КА,
3. На экваторе самые высокие температуры атмосферы, а значит и самые высокие температуры горения топлива,
4. На экваторе самая высокая скорость точек поверхности Земли относительно ее центра. Это позволяет существенно экономить топливо при запуске КА на околоземную орбиту

Правильный ответ: 4.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

2. Соответствие одного к одному

Условие: Установите соответствие между различными летательными аппаратами и возможными значениями их скорости, определенной относительно центра Земли, вблизи ее поверхности.

Варианты ответов:

1-й столбец

1. Баллистический снаряд,
2. Искусственный спутник Земли на круговой орбите,
3. Искусственный спутник Земли на эллиптической орбите, в перигее,
4. Автоматическая межпланетная станция, ушедшая от Земли по параболической орбите,
5. Автоматическая межпланетная станция, ушедшая от Земли по гиперболической орбите и движущаяся относительно Солнца по эллиптической орбите,
6. Автоматическая станция, ушедшая от Земли в межзвездное путешествие

2-й столбец

- A. $0 < V < 7.9$ км/с,
- B. $V = 7.9$ км/с,
- C. $7.9 < V < 11.2$ км/с,
- D. $V = 11.2$ км/с,
- E. $11.2 < V < 16.65$ км/с,
- F. $V \geq 16.65$ км/с

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

Точное совпадение ответа: 1 балл за каждую правильно определенную пару (всего – 6 баллов).

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

Условие: Скорость искусственного спутника Земли, движущегося по круговой орбите на высоте h , может быть определена формулой:

$$V = V_0 \sqrt{\frac{\mathfrak{R}_{\oplus}}{\mathfrak{R}_{\oplus} + h}}, \text{ где}$$

$V_0 = 7.9$ км/с – первая космическая скорость у поверхности Земли, $\mathfrak{R}_{\oplus} = 6371$ км – радиус Земли, h – высота орбиты над поверхностью Земли. Вычислите орбитальную скорость космической

станции "Мир", двигавшейся по круговой орбите на высоте 364 км. Ответ представить в км/с, округлив до десятых.

Правильный ответ: [7.6, 7.8].

Точное совпадение ответа: 4 балла.

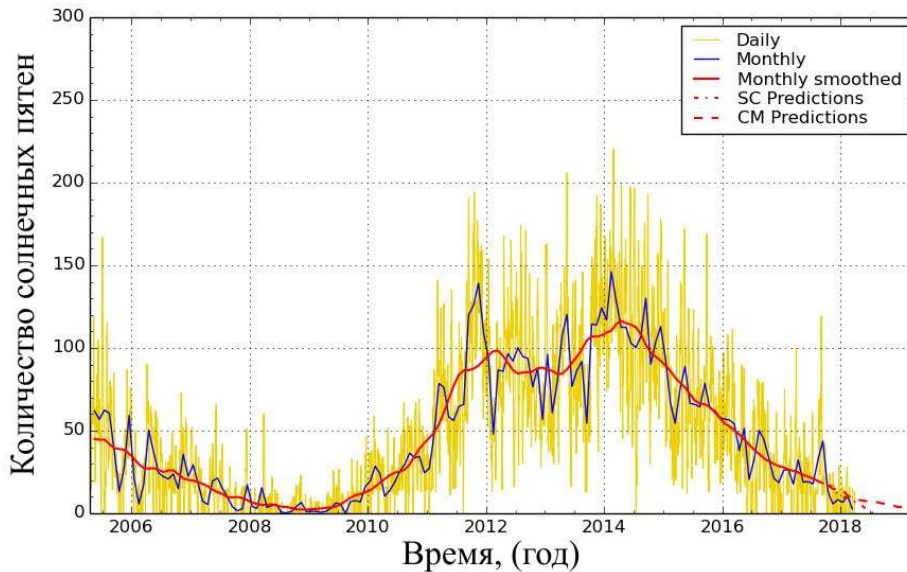


Рис. 12. График зависимости количества солнечных пятен (красная линия), наблюдавшихся в фотосфере Солнца от времени наблюдений.

Блок заданий №3. «Количественные задачи»

Задание №8.К.1. «Солнечная активность (5 баллов)»

1. Ввод числа в текстовое поле (ответ – целое число или дробь)

Условие: На рис. 12 представлен график зависимости количества солнечных пятен от времени наблюдений (красная линия), по сути выражающий степень солнечной активности. С использованием лишь данного графика, оцените период солнечной активности. Ответ представьте в годах, с точностью до 0.5 года.

Правильный ответ: [10.0, 11.0].

Точное совпадение ответа: 3 балла.

2. Ввод числа в текстовое поле (ответ – целое число или дробь)

Условие: На рисунке отчетливо просматривается главный максимум кривой, соответствующий лету 2014 года (2014.5 год по шкале времени). Определите год, в который следует ожидать следующий главный максимум солнечной активности. Ответ представить целым числом.

Правильный ответ: [2024, 2026].

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Возможное Решение.

1. Важно отметить, что трудность определения периода солнечной активности по данному графику заключается в отсутствии двух соседних минимумов или максимумов данной кривой. Кроме того, рассматриваемая кривая не является в строгом смысле периодической функцией. Однако можно говорить о периоде данной функции в среднем. Как известно, *периодом* какой-либо функции называется расстояние между ближайшими точками оси абсцисс, в которых данная кривая находится в одинаковых фазах.

Для удобства определения среднего периода данной кривой, выполним дополнительное построение на данном графике (см. рис. 13). Проведем три горизонтальные линии так, чтобы они пересекали красную кривую на двух соседних участках ее падения. Найдем точки пересечения этих прямых с красной кривой. Определим значения аргументов этих точек: $t_{н1} = 2005.7$ лет, $t_{н2} = 2006.1$ лет, $t_{н3} = 2006.8$ лет, $t_{к1} = 2016.4$ лет, $t_{к2} = 2016.9$ лет, $t_{к3} = 2017.4$ лет. Определим

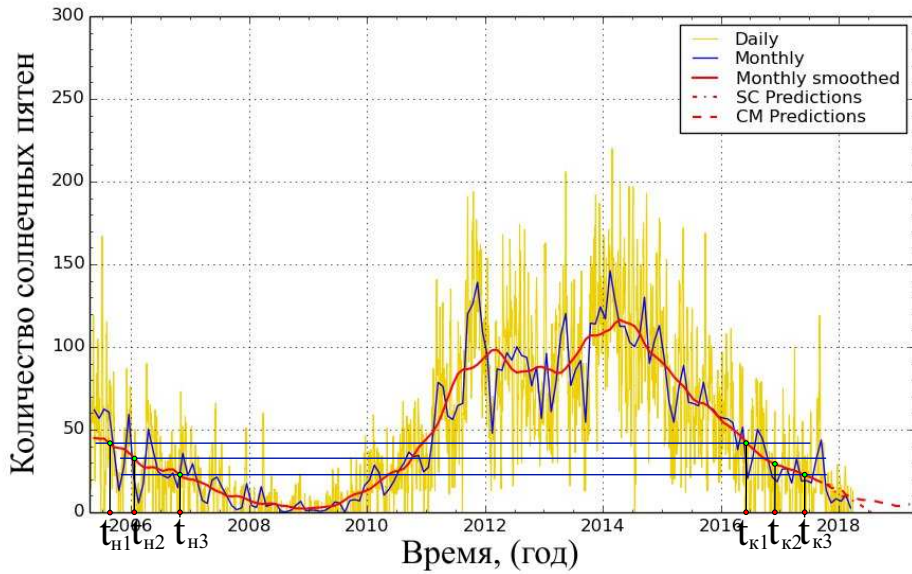


Рис. 13. График зависимости количества солнечных пятен с дополнительными построениями для определения среднего периода солнечной активности.

периоды кривой:

$$T_1 = t_{к1} - t_{н1} = 10.7 \text{ лет}, \quad T_2 = t_{к2} - t_{н2} = 10.8 \text{ лет}, \quad T_3 = t_{к3} - t_{н3} = 10.6 \text{ лет}.$$

Определим среднее арифметическое значение для полученных периодов:

$$\bar{T} = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} = 10.7 \text{ лет}.$$

В качестве ответа следует взять значение 10.5 лет, ближайшее значение к полученному, удовлетворяющее требованию точности определения результата. В качестве окончательного ответа на первый вопрос задачи допускается значение из интервала: [10.0, 11.0] лет.

2. Следующий главный максимум солнечной активности следует ожидать приблизительно через полученное значение периода:

$$2014.5 + 10.5 = 2025 \text{ лет}.$$

В качестве окончательного ответа на второй вопрос задачи допускается значение из интервала: [2024, 2026] год.

Для клона №2 решение строится аналогично.

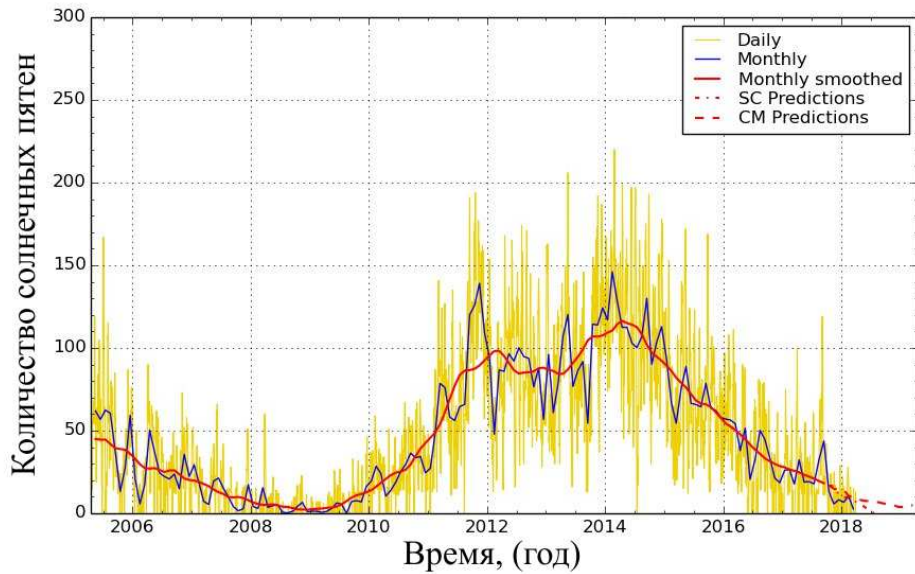


Рис. 14. График зависимости количества солнечных пятен (красная линия), наблюдавшихся в фотосфере Солнца от времени наблюдений.

Задание №8.К.2. «Солнечная активность (5 баллов)»

1. Ввод числа в текстовое поле (ответ – целое число или дробь)

Условие: На рис. 14 представлен график зависимости количества солнечных пятен от времени наблюдений (красная линия), по сути выражающий степень солнечной активности. С использованием лишь данного графика, оцените период солнечной активности. Ответ представьте в годах, с точностью до 0.5 года.

Правильный ответ: [10.0, 11.0].

Точное совпадение ответа: 3 балла.

2. Ввод числа в текстовое поле (ответ – целое число или дробь)

Условие: На рисунке отчетливо просматривается главный максимум кривой, соответствующий лету 2014 года (2014.5 год по шкале времени). Определите год, в который наблюдался предыдущий главный максимум солнечной активности (не показан на рисунке). Ответ представить целым числом.

Правильный ответ: [2003, 2005].

Точное совпадение ответа: 2 балла.

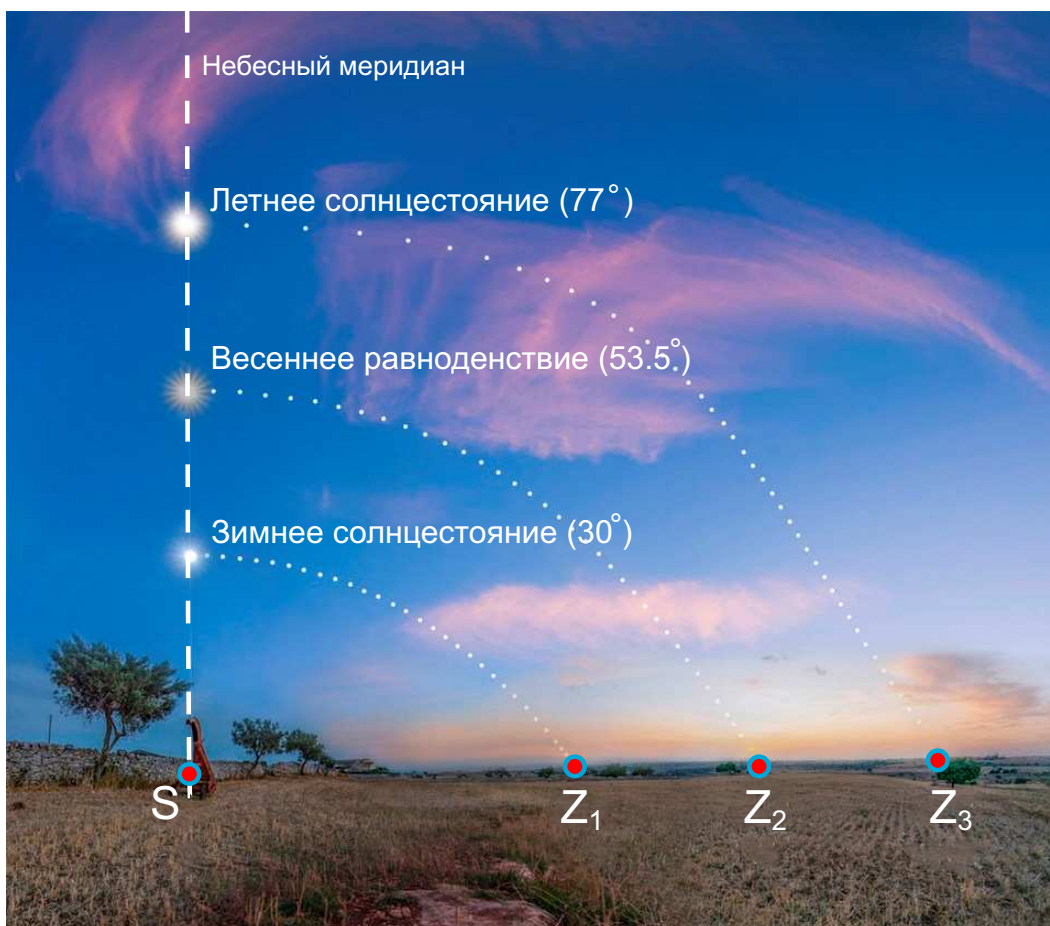


Рис. 15. К определению суточных параллелей Солнца и его высот (указаны в скобках) в верхней кульминации.

Задание №9.К.1. «Широта места наблюдения (5 баллов)»

Ввод числа в текстовое поле (ответ – целое число или дробь)

Условие: На рис. 15 представлена фотография некоторой местности северного географического полушария с указанием положения суточных параллелей Солнца в дни солнцестояний и равноденствий и его высот в верхней кульминации в эти дни. Как известно, склонение Солнца в течение года изменяется в интервале:

$$-\varepsilon \leq \delta_{\odot} \leq \varepsilon, \text{ где } \varepsilon = 23.5^{\circ}. \quad (1)$$

Высота светила в верхней кульминации к югу от зенита определяется выражением:

$$h_{\max} = 90^{\circ} - \varphi + \delta, \quad (2)$$

здесь φ – широта местоположения наблюдателя, δ – склонение светила. С использованием имеющихся данных, определите широту места съемки. Ответ представить в градусах, округлив до десятых.

Правильный ответ: [36, 37].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Возможное Решение.

Выразим широту местности из формулы (2):

$$\varphi = 90^{\circ} - h_{\max} + \delta_{\odot}. \quad (3)$$

В численных расчетах воспользуемся моментом летнего солнцестояния. В эти сутки $h_{\max} = 77^{\circ}$, $\delta_{\odot} = 23.5^{\circ}$. В итоге, с использованием последней формулы получаем $\varphi = 36.5^{\circ}$.

В качестве ответа принимается значение из интервала: $[36, 37]$ градусов.

Для клона №2 решение строится аналогично.

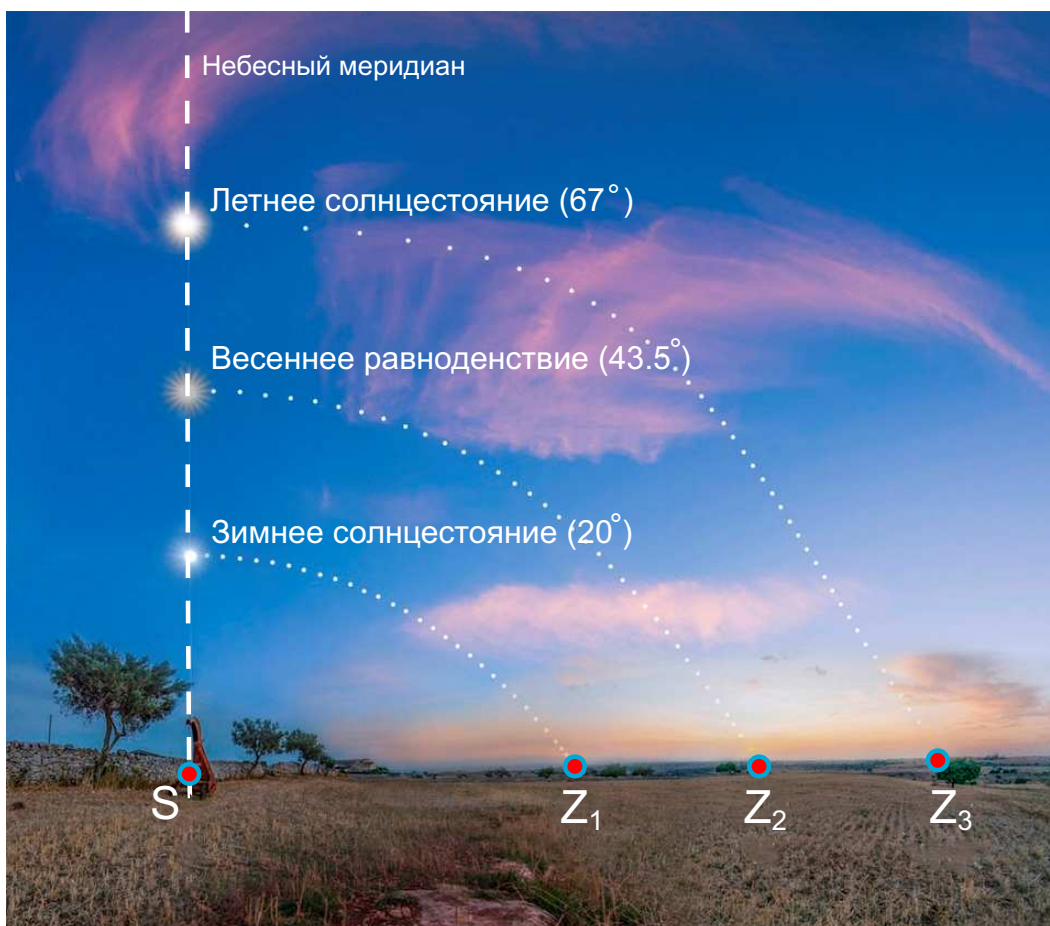


Рис. 16. К определению суточных параллелей Солнца и его высот (указаны в скобках) в верхней кульминации.

Задание №9.К.2. «Широта места наблюдения (5 баллов)»

Ввод числа в текстовое поле (ответ – целое число или дробь)

Условие: на рис. 16 представлена фотография некоторой местности северного географического полушария с указанием положения суточных параллелей Солнца в дни солнцестояний и равноденствий и его высот в верхней кульминации в эти дни. Как известно, склонение Солнца в течение года изменяется в интервале:

$$-\varepsilon \leq \delta_{\odot} \leq \varepsilon, \text{ где } \varepsilon = 23.5^{\circ}. \quad (4)$$

Высота светила в верхней кульминации к югу от зенита определяется выражением:

$$h_{\max} = 90^{\circ} - \varphi + \delta, \quad (5)$$

здесь φ – широта местоположения наблюдателя, δ – склонение светила. С использованием имеющихся данных, определите широту места съемки. Ответ представить в градусах, округлив до десятых.

Правильный ответ: [46, 47].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

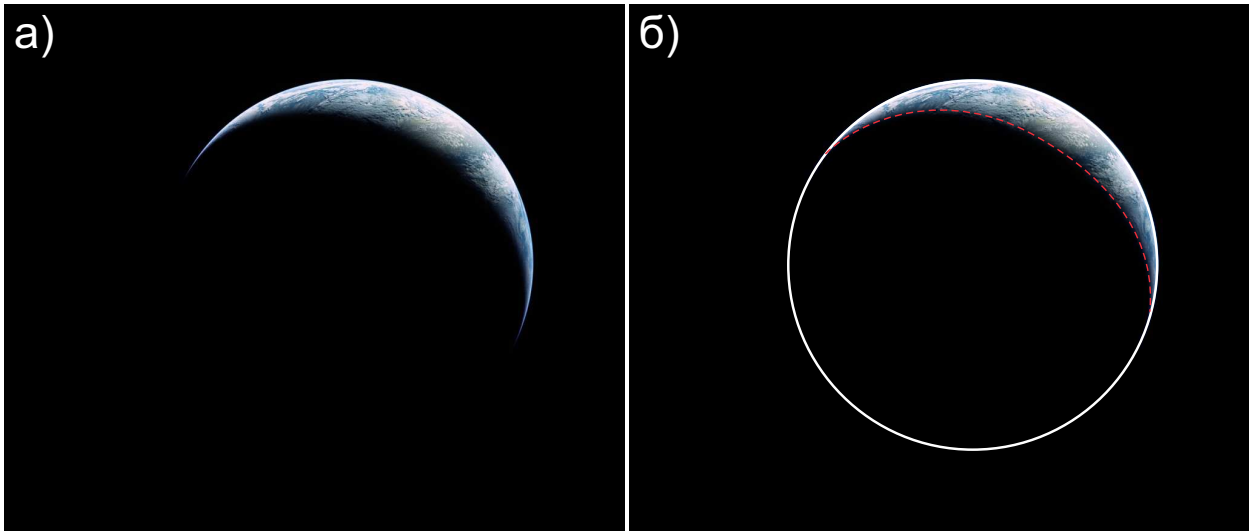


Рис. 17. К определению: а) образа Земли, полученного с поверхности Луны; б) тот же образ с дополнительными построениями (красной пунктирной линией обозначен терминатор).

Задание №10.К.1. «Фаза Земли (5 баллов)»

1. Ввод числа в текстовое поле (ответ – целое число или дробь)

Условие: На рис. 17.а) представлена фотография Земли, полученная с поверхности Луны. С использованием лишь данной фотографии и линейки, определите величину линейной фазы Земли в момент съемки. Вам может оказаться полезной эта фотография с дополнительными построениями, представленная на рис. 17.б). Ответ представить десятичной дробью, округлив до сотых.

Примечание: **Линейной фазой шарообразной планеты (Ψ)** называется безразмерная геометрическая величина, определяемая выражением вида:

$$\Psi = \frac{d}{D}, \quad (6)$$

здесь d – ширина светлого серпа/выпуклой части видимого диска планеты, определенная вдоль его оси симметрии; D – диаметр круглого диска планеты в тот же момент времени.

Правильный ответ: [0.10, 0.14].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.

Возможное Решение.

С использованием линейки на данной картинке определим диаметр видимого диска Земли ($D = 76$ мм) и ширину ($d = 9$ мм) его светлого серпа. По формуле (6) выполняя численный расчет, в результате получаем фазу $\Psi = 0.12$.

В качестве ответа принимается значение из интервала: [0.10, 0.14].

Для клона №2 решение строится аналогично.

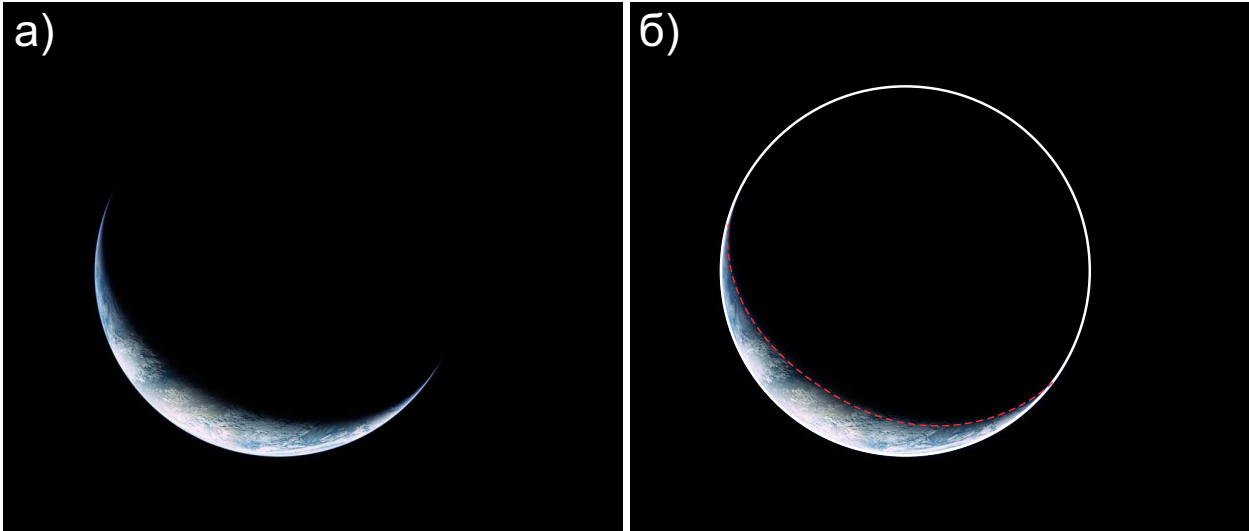


Рис. 18. К определению: а) образа Земли, полученного с поверхности Луны; б) тот же образ с дополнительными построениями (красной пунктирной линией обозначен терминатор).

Задание №10.К.2. «Фаза Земли (5 баллов)»

1. Ввод числа в текстовое поле (ответ – целое число или дробь)

Условие: На рис. 18.а) представлена фотография Земли, полученная с поверхности Луны. С использованием лишь данной фотографии и линейки, определите величину линейной фазы Земли в момент съемки. Вам может оказаться полезной эта фотография с дополнительными построениями, представленная на рис. 18.б). Ответ представить десятичной дробью, округлив до сотых.

Примечание: **Линейной фазой шарообразной планеты (Ψ)** называется безразмерная геометрическая величина, определяемая выражением вида:

$$\Psi = \frac{d}{D}, \quad (7)$$

здесь d – ширина светлого серпа/выпуклой части видимого диска планеты, определенная вдоль его оси симметрии; D – диаметр круглого диска планеты в тот же момент времени.

Правильный ответ: [0.10, 0.14].

Точное совпадение ответа: 5 баллов.