

Максимальное количество баллов за олимпиаду — 80

Задание 1. Заполните пропуски в тексте.

а) Огромные системы из звёзд, межзвёздного газа и пыли называют ...

Ответ:

- планетами
- поясами астероидов
- кольцами Сатурна
- ✓ галактиками
- чёрными дырами

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Мы тоже живём внутри такой системы, которая называется ...

Ответ:

- Земля
- ✓ Млечный Путь
- Солнечная система
- пояс Ориона
- созвездие Кассиопеи

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Такие системы находятся очень далеко от нас, поэтому, несмотря на огромные размеры, большинство из них можно увидеть только в ...

Ответ:

- кино
- микроскоп
- ✓ телескоп
- мечтах
- дневное время

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

г) Эти системы не распадаются на отдельные небесные тела, так как удерживаются силой ...

Ответ:

- мысли
- ✓ гравитации
- ветра
- чёрной дыры
- закона

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

д) К какому типу относится объект, изображённый на фотографии?

Ответ:

- Чёрная дыра
- ✓ Спиральная галактика
- Газовый гигант
- Железный метеорит
- Комета
- Астероид

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 11

Решение.

Текст содержит элементарные сведения о галактиках.

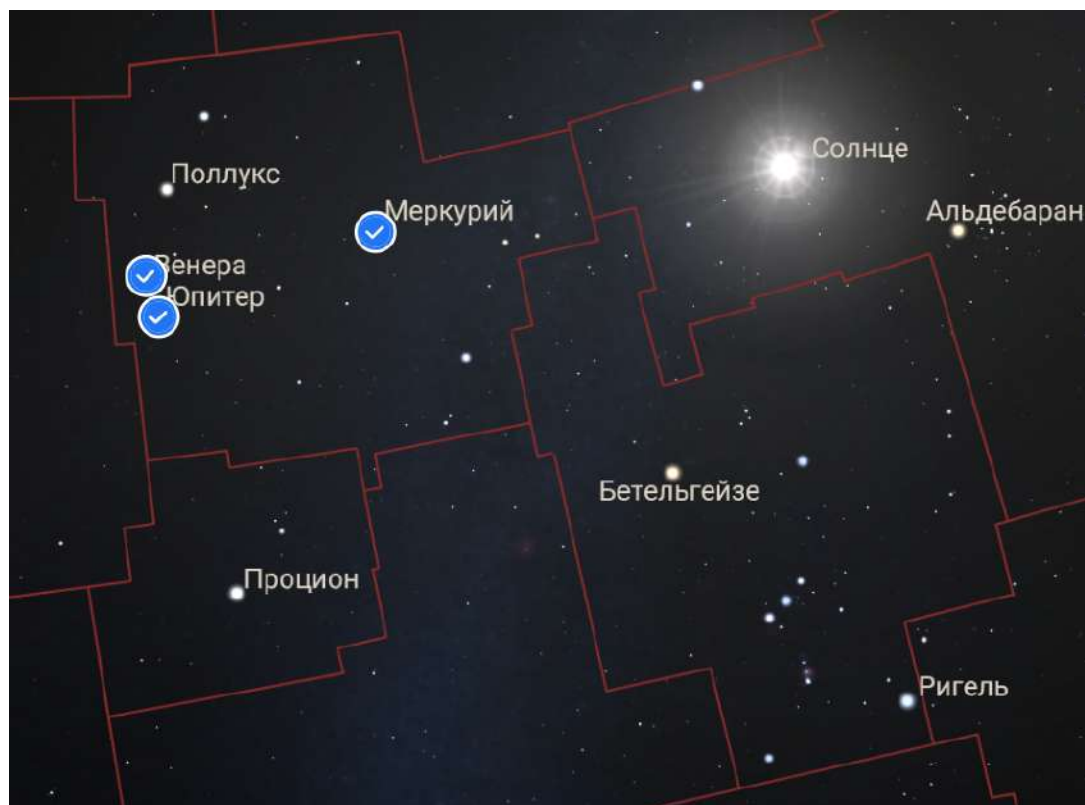
На изображении представлена галактика Вертушка (M 101) — спиральная галактика в созвездии Большой Медведицы.



Задание 2. На рисунке представлен фрагмент звёздного неба (симуляция) на некоторую дату в 2026 году. Тонкими красными линиями обозначены границы созвездий.

а) Какие планеты Солнечной системы присутствуют на изображении?

Ответ:

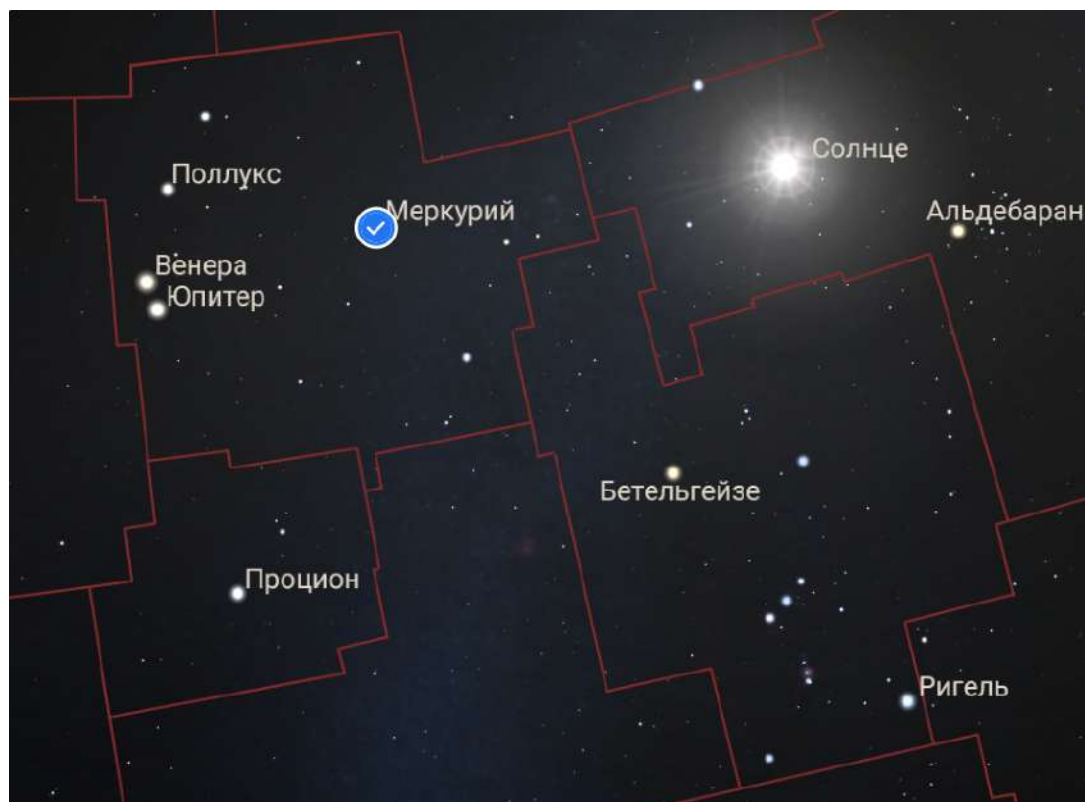


Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 6 баллов.

За каждую ошибку снимается 1 балл

б) Какое небесное тело является ближайшим к Солнцу в космическом пространстве?

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

в) Какое явление изображено на рисунке?

Ответ:

- ✓ Сближение Венеры и Юпитера
- Захват Венерой Юпитера в качестве спутника
- Зимнее солнцестояние
- Солнечное затмение
- Лунное затмение
- Прохождение Меркурия по диску Солнца
- Прохождение Венеры по диску Солнца

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

а) Планетами являются Меркурий, Венера и Юпитер. Остальные отмеченные яркие объекты — это звёзды.

б) Звёзды находятся далеко за пределами Солнечной системы, поэтому ближайшим к Солнцу объектом должна быть планета. Ближе всех к Солнцу расположен Меркурий.

в) На рисунке изображено сближение Венеры и Юпитера, произошедшее в начале июня 2026 года. Разумеется, речь о видимом сближении светил на небе Земли, а не о реальном сближении планет в космическом пространстве.

Задание 3.

а) Установите соответствие между светилами и созвездиями, в которых они находятся на изображении (см. Задание 2).

Ответ:

Поллукс	Близнецы
Венера	Близнецы
Меркурий	Близнецы
Юпитер	Близнецы
Альдебаран	Телец
Процион	Малый Пёс
Бетельгейзе	Орион
Ригель	Орион
Солнце	Телец

Критерий оценивания: за каждую верную пару — 1 балл. Всего — 9 баллов

б) Как называются созвездия, в которых находятся отмеченные на рисунке объекты Солнечной системы?

Ответ:

- Солнечные
- ✓ Зодиакальные
- Звёздные
- Галактические
- Метеорологические

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

а) Вначале установим соответствие между звёздами и созвездиями, так как оно не меняется со временем. Звезда Процион находится в созвездии Малого Пса, Альдебаран — в Тельце, Бетельгейзе и Ригель — в Орионе, Поллукс — в Близнецах. Теперь становится ясно и текущее расположение объектов Солнечной системы: Солнце находится в том же созвездии, что и Альдебаран, — в Тельце, а все планеты — в Близнецах, рядом с Поллуксом.

б) Телец и Близнецы относятся к зодиакальным созвездиям — то есть созвездиям, в которых для земного наблюдателя может находиться Солнце.

Задание 4. Вариант 1. Рассмотрим условные альтернативные реальности, в которых параметры Солнечной системы немного отличаются. В таблице приведена информация об «альтернативных Землях». Для удобства все величины выражены в единицах «нашей» реальности (Вселенной).

	Вселенная А	Вселенная В	Вселенная С
Период обращения вокруг Солнца	1095 суток	2 года	7200 часов

а) В какой вселенной продолжительность года на Земле минимальна?

Ответ:

- Во вселенной А
- Во вселенной В

- ✓ Во вселенной С
- В нашей Вселенной
- Везде одинакова

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

б) Как должна вращаться альтернативная Земля из вселенной В, чтобы в «альтернативном году» было столько же «альтернативных суток», сколько суток в земном году в нашей Вселенной?

Ответ:

- Быстрее, чем наша Земля
- ✓ Медленнее, чем наша Земля
- С той же скоростью, что и наша Земля
- Альтернативная Земля из вселенной В вообще не должна вращаться

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Во сколько раз должны отличаться скорости вращения? При расчётах большую величину делите на меньшую. Если в предыдущем вопросе вы выбрали последний вариант, в ответ запишите 0.

Ответ: 2

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 9

Решение.

а) Продолжительность года практически равна периоду обращения Земли вокруг Солнца. В нашей Вселенной это примерно 365 дней. Во вселенной А год длится $1095/365 = 3$ «наших» года, а во вселенной С — $7200/24 = 300$ суток, то есть менее 1 года (здесь мы учли, что в 1 сутках содержится 24 часа).

Соответственно, во вселенной С продолжительность года наименьшая, а во вселенной А — наибольшая.

б) Период обращения альтернативной Земли вокруг Солнца во вселенной В больше, и, соответственно, год там длиннее, чем на нашей Земле. Так как количество дней в году при этом такое же, это значит, что альтернативные сутки также длиннее наших суток. Продолжительность суток увеличивается, если планета вращается медленнее.

в) Альтернативный год длиннее нашего года в 2 раза. Соответственно, альтернативные сутки должны быть также в 2 раза длиннее, а скорость вращения альтернативной Земли, таким образом, в 2 раза меньше.

Задание 4. Вариант 2. Рассмотрим условные альтернативные реальности, в которых параметры Солнечной системы немного отличаются. В таблице приведена информация об «альтернативных Землях». Для удобства все величины выражены в единицах «нашей» реальности (Вселенной).

	Вселенная А	Вселенная В	Вселенная С
Период обращения вокруг Солнца	1095 суток	2 года	7200 часов

а) В какой вселенной продолжительность года на Земле максимальна?

Ответ:

- ✓ Во вселенной А
- Во вселенной В
- Во вселенной С
- В нашей Вселенной
- Везде одинакова

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

б) Как должна вращаться альтернативная Земля из вселенной В, чтобы в «альтернативном году» было столько же «альтернативных суток», сколько суток в земном году в нашей Вселенной?

Ответ:

- Быстрее, чем наша Земля
- ✓ Медленнее, чем наша Земля
- С той же скоростью, что и наша Земля
- Альтернативная Земля из вселенной В вообще не должна вращаться

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Во сколько раз должны отличаться скорости вращения? При расчётах большую величину делите на меньшую. Если в предыдущем вопросе вы выбрали последний вариант, в ответ запишите 0.

Ответ: 2

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 9

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 5. На изображении представлен объект, часто обозначаемый как М45.



а) Что означает такое обозначение?

Ответ:

- ✓ Это объект каталога Мессье под номером 45
- Масса объекта равна 45 массам Солнца
- Масса объекта равна 45 массам Галактики
- Расстояние до объекта равно 45 астрономическим единицам
- Возраст объекта равен 45 миллионам лет
- Объект состоит из 45 миллионов звёзд

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

б) С чем можно перепутать тусклые объекты такого же типа, что и изображённый, при наблюдении в небольшой телескоп?

Ответ:

- С Солнцем
- С Луной
- С Юпитером
- ✓ С кометой
- С астероидом

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

в) Выберите тип представленного объекта:

Ответ:

- Чёрная дыра
- ✓ Рассеянное звёздное скопление
- Спиральная галактика
- Тёмная туманность
- Планетарная туманность

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 9

Решение.

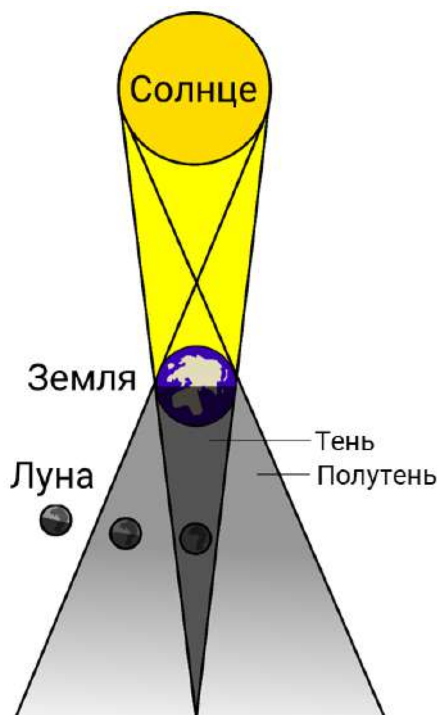
а) «М 45» является сокращением от Messier 45 (Мессье 45). Число 45 указывает на порядковый номер объекта в каталоге Шарля Мессье.

б) Тусклые скопления звёзд в небольшой телескоп выглядят как туманные пятна. Похожим образом выглядят кометы, не имеющие большого и яркого хвоста. Кстати, именно это сходство и послужило причиной появления упомянутого выше каталога — Шарль Мессье занимался поиском комет и составил список похожих на кометы объектов, чтобы лишний раз не путать их.

в) На фотографии изображено рассеянное звёздное скопление Плеяды.

Задание 6.

а) Схема какого явления представлена на рисунке?

**Ответ:**

- Солнечного затмения
- ✓ Лунного затмения
- Смены дня и ночи
- Смены времён года
- Смены фаз Луны

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) Определите характерную продолжительность этого явления:

Ответ:

- Несколько секунд
- Несколько минут
- ✓ Несколько часов
- Несколько дней
- Несколько месяцев
- Несколько лет

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

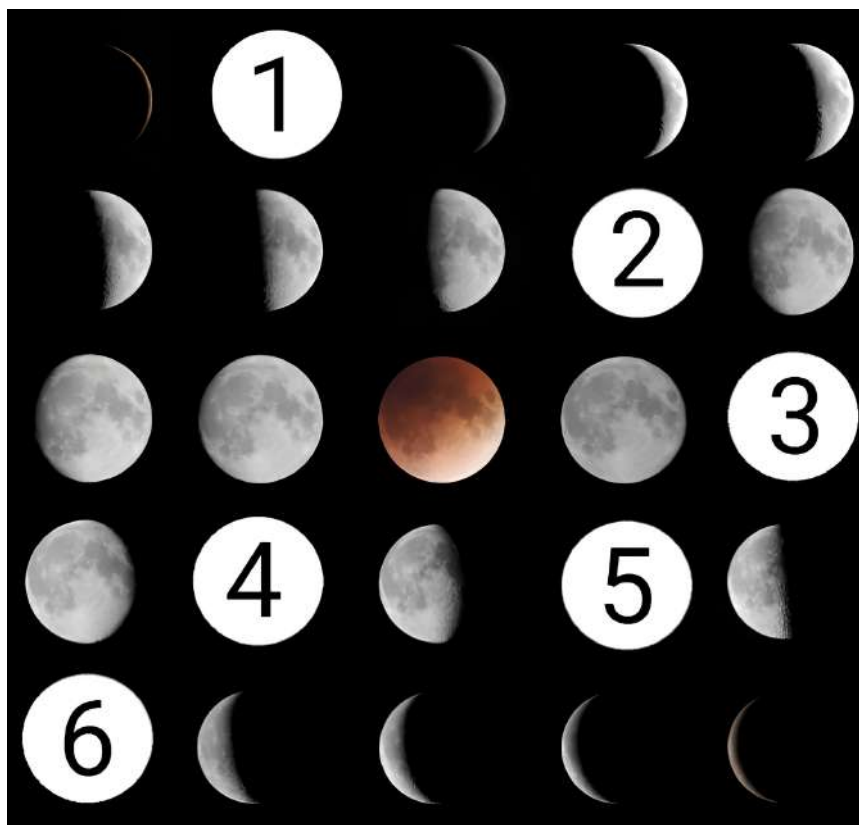
Максимальный балл за задание — 8

Решение.

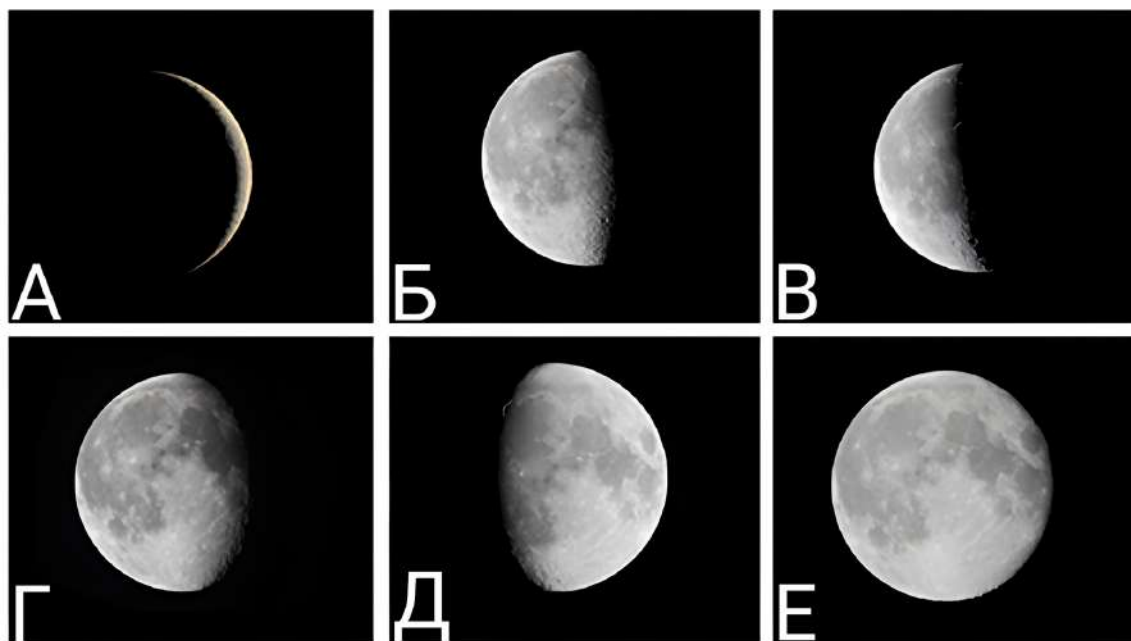
а) На рисунке показано, как Луна заходит в тень Земли. Это явление называется лунным затмением.

б) Луна перемещается по небу относительно звёзд на величину своего диаметра примерно за 1 час. Диаметр тени Земли больше Луны, поэтому характерная продолжительность затмения составляет несколько часов. Полная фаза затмения, когда Луна полностью погружена в тень Земли, может длиться до 108 минут. Вместе с частными фазами (когда Луна попадает в тень только частично) затмение длится до 4 часов, а с учётом полутени — до 6 часов.

Задание 7. На рисунках представлена последовательная смена фаз Луны.



а) Какие фазы Луны должны стоять на месте пропусков?



Ответ:

А	1
Б	5
В	6
Г	4
Д	2
Е	3

Критерий оценивания: за каждую верную пару — 1 балл. Всего — 6 баллов

б) Почему Луна на центральном изображении красная?

Ответ:

- Ей стыдно
- ✓ Она попала в тень Земли
- Она всегда такая
- На ней происходит песчаная буря
- На неё попал свет, отражённый от Марса
- Фото сделано вечером на закате

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

в) В какой фазе находится Луна на центральном изображении?

Ответ:

- В новолунии
- В первой четверти
- В последней четверти
- ✓ В полнолунии
- В краснолунии
- В противофазе

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

а) Вначале мы наблюдаем растущую Луну, когда освещённая часть Луны со временем увеличивается, начиная с западной стороны диска (для наблюдателя в Северном полушарии Земли западная сторона диска Луны находится справа). Во второй половине последовательности представлена стареющая Луна, у которой освещённая доля видимого диска с течением времени уменьшается, причём освещённой остаётся восточная сторона.

б) Луна может стать красной во время лунного затмения, когда она находится в тени Земли. В этот момент она не освещается Солнцем напрямую, но видна за счёт света, рассеянного земной атмосферой.

в) Лунные затмения могут происходить только тогда, когда Луна и Солнце оказываются на одной прямой с Землёй, но по разные стороны от неё (см. схему в задании № 6). При этом вне земной тени диск Луны полностью освещён. Эта фаза называется полнолунием.

Задание 8. Вариант 1. Исходя из особенностей излучения, приходящего от звёзд, их разделяют на так называемые спектральные классы. В частности, спектральный класс определяет цвет и температуру поверхности звезды. В таблице представлено соответствие между характеристиками.

Спектральный класс	O	B	A	F	G	K	M
Цвет	Голубой	Бело-голубой	Белый	Жёлто-белый	Жёлтый	Оранжевый	Красный

Наше Солнце принадлежит к спектральному классу G и имеет температуру поверхности 5500 °C.

а) Какой цвет имеет звезда Сириус, если она принадлежит к спектральному классу A?

Ответ:

- Голубой
- Бело-голубой
- ✓ Белый
- Жёлто-белый
- Жёлтый
- Оранжевый
- Красный

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Температура поверхности Сириуса равна 9670 °C. На сколько градусов она больше температуры поверхности Солнца?

Ответ: 4170

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 7

Решение.

а) Как видно из таблицы, спектральному классу A соответствует белый цвет, соответственно, Сириус является белой звездой.

б) Вычислим разность, используя указанные в условии температуры звёзд: $9670 - 5500 = 4170$ градусов.

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 8.

№ варианта	Имя звезды	Сп. Класс	Температура, °C	Ответ (пункт а)	Ответ (пункт б)
1	Сириус	A	9670	Белый	больше на 4170
2	Альнирак	O	29230	Голубой	больше на 23730
3	Ригель	B	11860	Бело-голубой	больше на 6360
4	Процион	F	6310	Жёлто-белый	больше на 810
5	Альдебаран	K	3640	Оранжевый	меньше на 1860
6	Бетельгейзе	M	3510	Красный	меньше на 1990

Список использованных источников изображений

Задание 1.

<https://esahubble.org/images/heic0602a/>

Задание 5.

<https://apod.nasa.gov/apod/ap071118.html>

Задание 6.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lunar_eclipse-ru.svg

Задание 7.

<https://apod.nasa.gov/apod/ap180310.html>

Сириус.Курсы — для тех,
кто хочет знать больше!



Максимальное количество баллов за олимпиаду — 80

Задание 1. Заполните пропуски в тексте.

а) Самыми большими объектами Солнечной системы являются ...

Ответ:

- ✓ планеты
- звёзды
- астероиды
- галактики
- чёрные дыры

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Крупнее их только ... — центральная звезда нашей системы.

Ответ:

- Земля
- ✓ Солнце
- Луна
- Сириус
- Альфа Центавра

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Самые яркие из этих объектов видны на небе невооружённым глазом и известны с доисторических времён, другие же можно увидеть только в ...

Ответ:

- кино
- микроскоп
- ✓ телескоп
- прошлом
- темноте

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

г) Из-за значительной собственной гравитации эти объекты имеют ... форму.

Ответ:

- дискообразную
- ✓ шарообразную
- веретенообразную
- неправильную
- воронкообразную

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла



д) К какому типу относится изображённый объект?

Ответ:

- Чёрная дыра
- Луна
- ✓ Газовый гигант
- Железный метеорит

- Комета
- Астероид

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

е) Представленная фотография объекта была сделана с борта некоторого космического аппарата. Расположите небесные тела в порядке увеличения расстояния от них до Солнца в момент съёмки.

Ответ: Солнце → Меркурий → Земля → Объект на фотографии → Космический аппарат → Альфа Центавра

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 16

Решение.

а-г) Текст содержит элементарные сведения о планетах Солнечной системы.

д) На изображении представлен Сатурн — планета с характерной системой колец, являющаяся газовым гигантом.

е) Ближайшей к Солнцу планетой является Меркурий. Земля — третья от Солнца планета, Сатурн («объект на фотографии») — шестой. Так как на фотографии Сатурн изображён с теневой стороны, космический аппарат, сделавший снимок, в момент съёмки был дальше от Солнца, чем Сатурн. Альфа Центавра — ближайшая к Солнцу звезда и единственный объект из списка, находящийся за пределами Солнечной системы.

Задание 2. На рисунке представлен фрагмент звёздного неба (симуляция) на некоторую дату в 2026 году. Тонкими красными линиями обозначены границы созвездий.



Отдельно представлена часть этого же изображения в увеличенном масштабе.



а) Какие планеты Солнечной системы присутствуют на изображении?

Ответ:

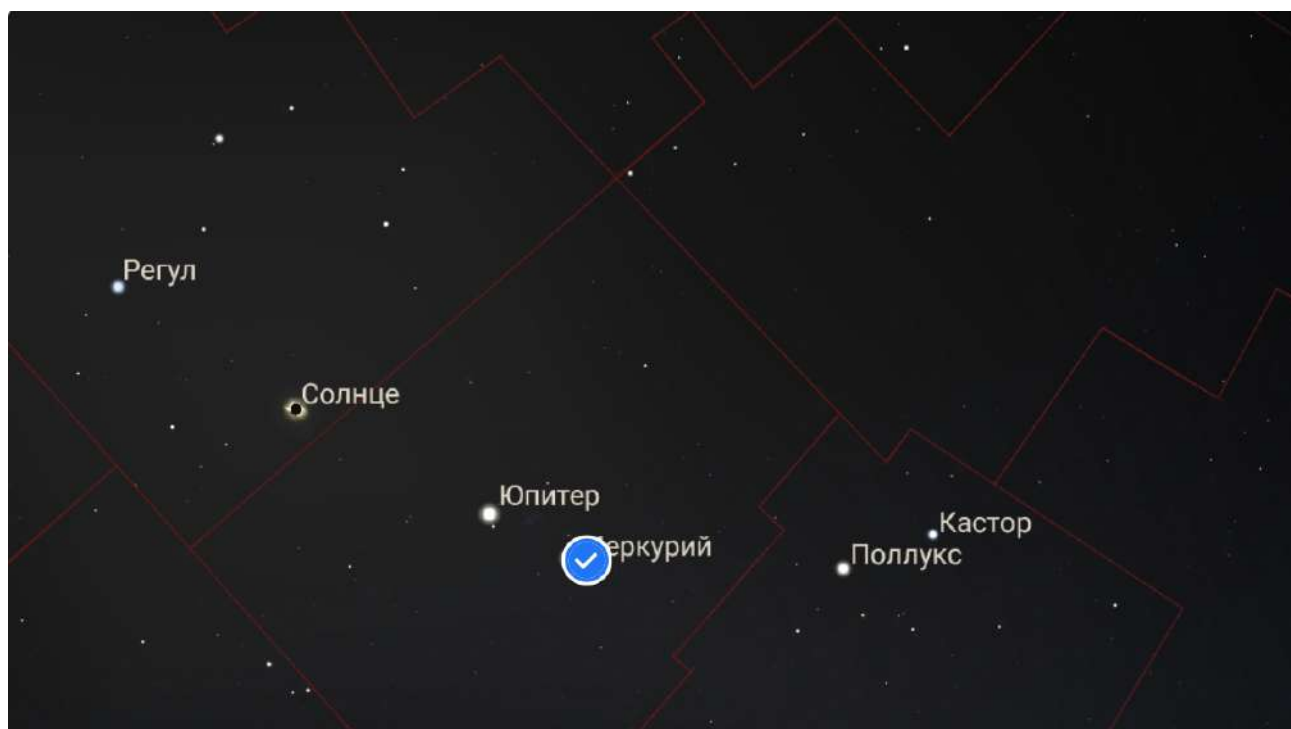


Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 4 балла.

За каждую ошибку снимается 1 балл

б) Какое небесное тело является ближайшим к Солнцу в космическом пространстве?

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

в) Какое небесное тело находится на наименьшем угловом расстоянии от Солнца на данном изображении?

Ответ:

- ✓ Луна
- Юпитер
- Меркурий
- Кастор
- Поллукс
- Регул

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

г) Какое явление изображено?

Ответ:

- Весеннее равноденствие
- Полнолуние
- Сближение Кастора и Поллукса
- Прохождение Меркурия по диску Солнца
- Лунное затмение
- ✓ Солнечное затмение

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 13

Решение.

а) Планетами являются Меркурий и Юпитер. Остальные отмеченные яркие объекты — это звёзды.

б) Звёзды находятся далеко за пределами Солнечной системы, поэтому ближайшим к Солнцу объектом должна быть планета. Ближе всех к Солнцу расположен Меркурий.

в) Угловое расстояние — это видимый промежуток между двумя объектами на небесной сфере. Так как Луна закрывает собой Солнце, угловое расстояние между ними равно нулю, что и является минимальным возможным значением.

г) Явление, при котором Луна полностью закрывает собой Солнце, называют полным солнечным затмением. На рисунке изображено затмение, произошедшее 12 августа 2026 года.

Задание 3.

а) Установите соответствие между светилами и созвездиями, в которых они находятся на изображении (см. Задание 2).

Ответ:

Регул	Лев
Солнце	Лев
Юпитер	Рак
Меркурий	Рак
Поллукс	Близнецы
Кастор	Близнецы
Луна	Лев

Критерий оценивания: за каждую верную пару — 1 балл. Всего — 7 баллов

б) Какому календарному сезону в Северном полушарии Земли соответствует положение светил на изображении?

Ответ:

- Весне
- ✓ Лету
- Осени
- Зиме
- Невозможно определить

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

а) Вначале установим соответствие между звёздами и созвездиями, так как оно не меняется со временем. Звезда Регул находится в созвездии Льва, Кастор и Поллукс — в Близнецах. Теперь становится ясно и текущее расположение объектов Солнечной системы: Солнце и Луна находятся в том же созвездии, что и Регул, — во Льве, а Юпитер и Меркурий — в зодиакальном созвездии, расположенном между Близнецами и Львом, — в созвездии Рака.

б) На изображении видно, что Солнце относительно недавно переместилось из созвездия Рака в созвездие Льва. Это происходит в первой половине августа, то есть летом.

Задание 4. Вариант 1. Рассмотрим условные «альтернативные реальности», в которых параметры Солнечной системы немного отличаются. В таблице приведена информация об «альтернативных Землях». Для удобства все величины выражены в единицах «нашей» реальности (Вселенной).

	Вселенная А	Вселенная В	Вселенная С
Период обращения вокруг Солнца	10 512 часов	11 388 часов	12 264 часов
Радиус орбиты, а. е.	0.5	2	0.9

а) В какой вселенной Солнце на земном небе будет иметь наименьший видимый размер, если его радиус во всех вселенных равен 700 тысячам километров?

Ответ:

- Во вселенной А
- ✓ Во вселенной В
- Во вселенной С
- В нашей Вселенной
- Везде одинаково

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

б) Во сколько раз продолжительность года на Земле во вселенной А больше, чем в нашей Вселенной? Ответ округлите до десятых.

Ответ: 1.2**Критерий оценивания:** точное совпадение ответа — 5 баллов**Максимальный балл за задание — 10****Решение.**

а) Видимый (угловой) размер зависит от реального пространственного размера объекта и расстояния до него. По условию пространственный размер Солнца везде одинаков, поэтому угловой размер зависит только от расстояния между Солнцем и Землёй, причём чем больше расстояние, тем меньше видимый размер. Поэтому наименьший угловой размер у Солнца будет во вселенной В, наибольший — во вселенной А.

б) Продолжительность года практически равна периоду обращения Земли вокруг Солнца. В нашей Вселенной это примерно 365 дней. Учитывая, что в 1 сутках содержится 24 часа, переведём орбитальный период альтернативной Земли из вселенной А в года:

$$10\,512 \text{ часов} = \frac{10\,512}{24} \text{ дней} = 438 \text{ дней},$$

$$438 \text{ дней} = \frac{438}{365} \text{ лет} = 1.2 \text{ года}.$$

Таким образом, искомое отношение равно 1.2.

Отметим, что использование более точных значений продолжительности земного года (например, 365.25 суток) при округлении до десятых даёт такой же ответ.

Задание 4. Вариант 2. Рассмотрим условные «альтернативные реальности», в которых параметры Солнечной системы немного отличаются. В таблице приведена информация об «альтернативных Землях». Для удобства все величины выражены в единицах «нашей» реальности (Вселенной).

	Вселенная А	Вселенная В	Вселенная С
Период обращения вокруг Солнца	10 512 часов	11 388 часов	12 264 часов
Радиус орбиты, а. е.	0.5	2	0.9

а) В какой вселенной Солнце на земном небе будет иметь наибольший видимый размер, если его радиус во всех вселенных равен 700 тысячам километров?

Ответ:

- ✓ Во вселенной А
- Во вселенной В
- Во вселенной С
- В нашей Вселенной
- Везде одинаково

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

б) Во сколько раз продолжительность года на Земле во вселенной С больше, чем в нашей Вселенной? Ответ округлите до десятых.

Ответ: 1.4**Критерий оценивания:** точное совпадение ответа — 5 баллов**Максимальный балл за задание — 10****Решение по аналогии с вариантом 1**

Задание 4. Вариант 3. Рассмотрим условные «альтернативные реальности», в которых параметры Солнечной системы немного отличаются. В таблице приведена информация об «альтернативных Землях». Для удобства все величины выражены в единицах «нашей» реальности (Вселенной).

	Вселенная А	Вселенная В	Вселенная С
Период обращения вокруг Солнца	10 512 часов	11 388 часов	12 264 часов
Радиус орбиты, а. е.	0.5	2	0.9

а) В какой вселенной Солнце на земном небе будет иметь наименьший видимый размер, если его радиус во всех вселенных равен 700 тысячам километров?

Ответ:

- Во вселенной А
- ✓ Во вселенной В
- Во вселенной С
- В нашей Вселенной
- Везде одинаково

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

б) Во сколько раз продолжительность года на Земле во вселенной В больше, чем в нашей Вселенной? Ответ округлите до десятых.

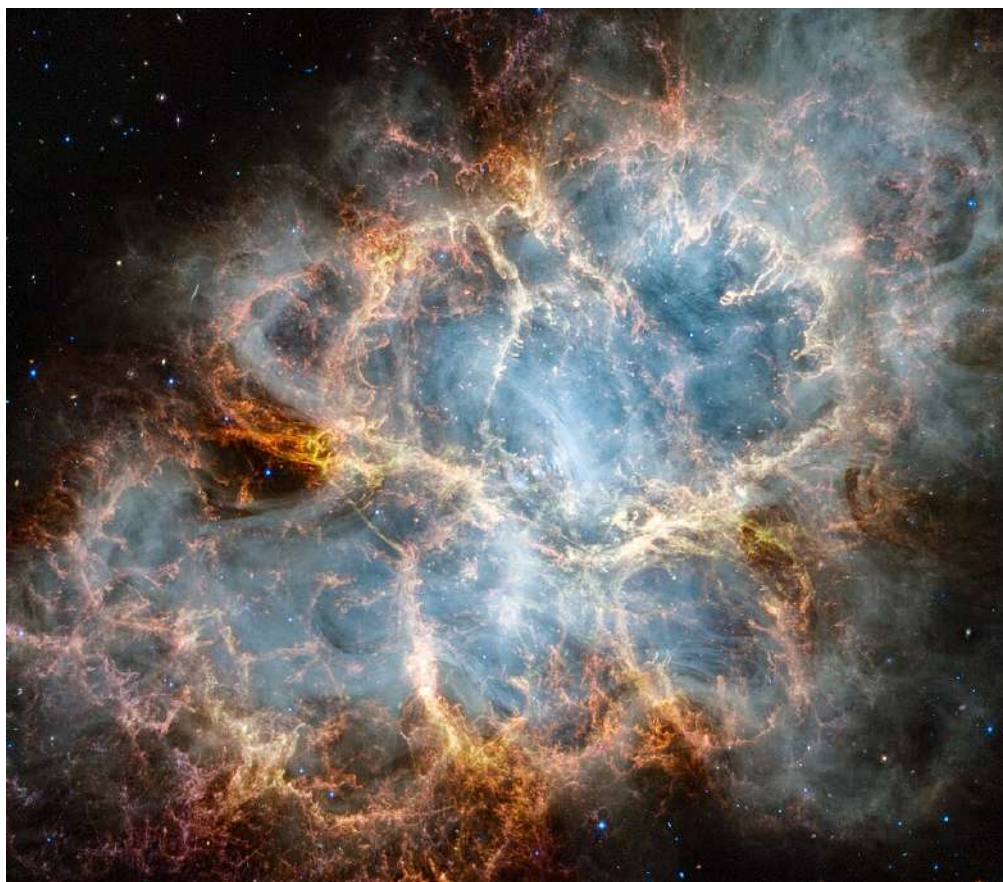
Ответ: 1.3

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 10

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 5. На изображении представлен объект из каталога Мессье.



а) Чем примечателен этот объект?

Ответ:

- Раньше этот объект был чёрной дырой
- ✓ Благодаря ему Шарль Мессье начал составлять свой каталог
- Это ближайшая к нам галактика
- Это единственная туманность в Солнечной системе
- Масса объекта равна миллиону килограмм
- Это самый яркий объект на ночном небе Земли

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Что общего у большинства объектов каталога Мессье?

Ответ:

- Они станут кометами в будущем
- Они являются источниками новых комет
- Они были кометами в прошлом
- ✓ Их можно перепутать с кометами
- Они движутся вокруг Солнца по орбитам комет

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Выберите тип изображённого объекта:

Ответ:

- Шаровое звёздное скопление
- Рассеянное звёздное скопление
- Спиральная галактика
- Тёмная туманность
- ✓ Остаток вспышки сверхновой

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 6

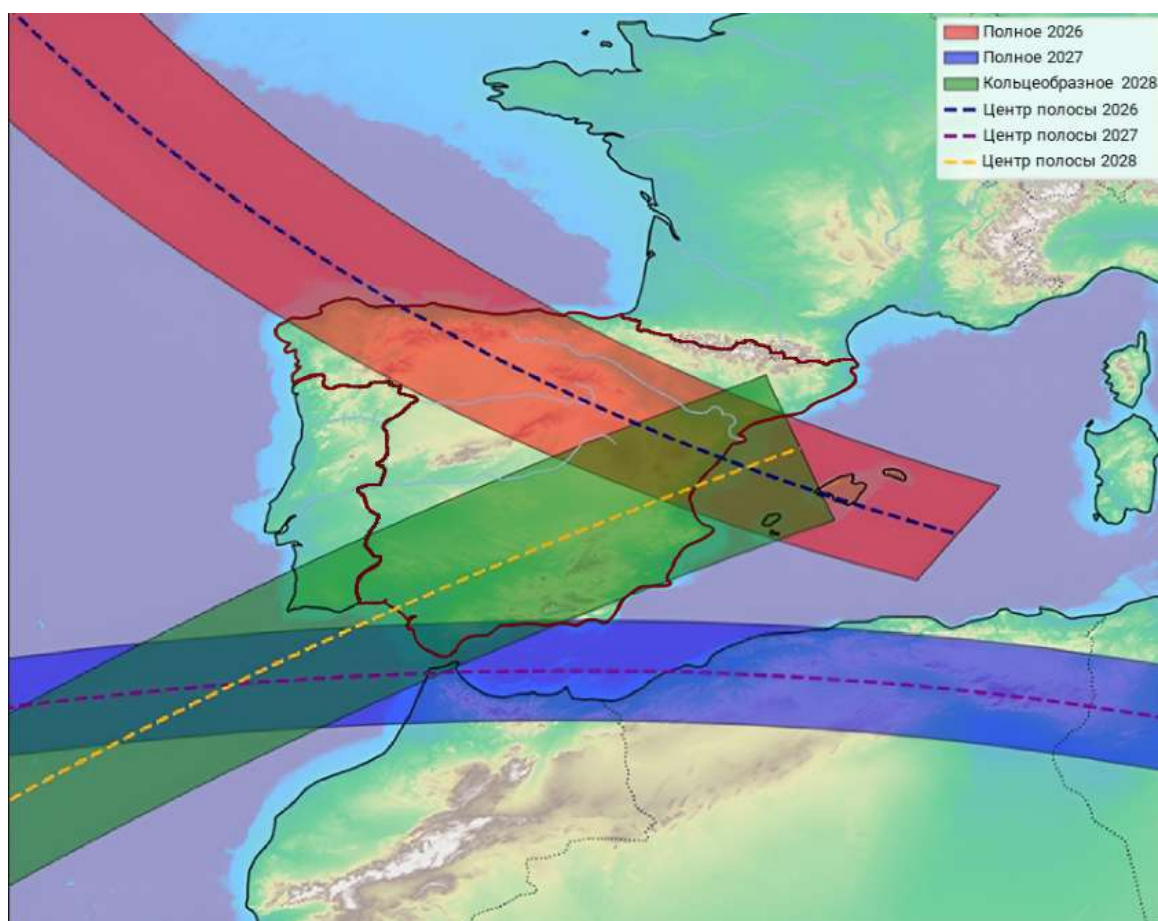
Решение.

а) На фотографии изображена Крабовидная туманность, также известная как М1, что является сокращением от Messier 1 (Мессье 1). Число 1 указывает на порядковый номер объекта в каталоге Шарля Мессье. Мессье занимался поиском комет и однажды принял данную туманность за комету. Это привело его к идее создания каталога туманностей.

б) В каталог Мессье включены объекты, которые в небольшой телескоп видны как туманные пятна: туманности, галактики, звёздные скопления и т. п. Похожим образом выглядят кометы, не имеющие большого и яркого хвоста.

в) Крабовидная туманность является остатком сверхновой, вспышка которой наблюдалась, согласно записям китайских астрономов, 4 июля 1054 года. Вспышка была видна на протяжении 23 дней невооружённым глазом даже в дневное время.

Задание 6. В 2026–2028 гг. в Испании можно будет наблюдать три солнечных затмения: два полных и одно кольцеобразное. Расположение соответствующих полос затмения (то есть областей на поверхности Земли, где возможно наблюдение затмения в максимальной фазе) показано на рисунке.



Примечание: далее под «видимостью затмения» подразумевается видимость максимальной (полной или кольцеобразной) фазы.

Выберите верные утверждения.

Ответ:

- ✓ Существуют точки, в которых можно увидеть по крайней мере два затмения
- Существуют точки, в которых можно увидеть все три затмения
- ✓ Затмение 2026 года не видно в Африке
- ✓ Затмение 2027 года нужно наблюдать на юге Испании

- Любая точка на территории Испании подходит для наблюдения по крайней мере одного затмения
- Ширина полос затмения составляет десятки тысяч километров
- Солнечные затмения обычно длятся несколько дней
- ✓ Центры полос затмений пересекаются не на суше

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 8 баллов.

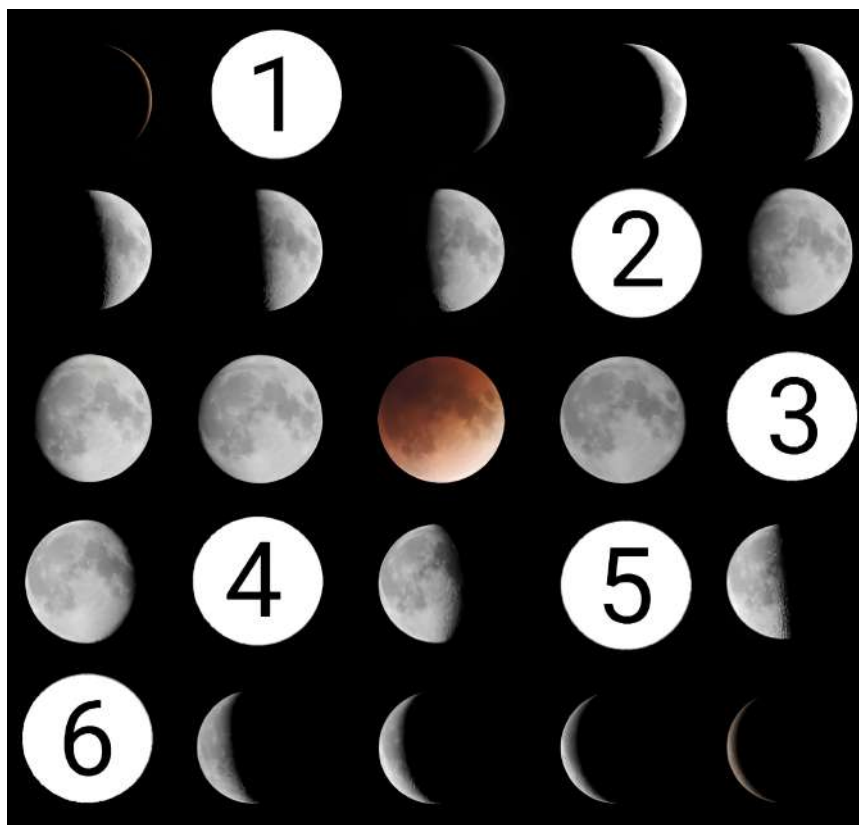
За каждую ошибку снимается 1 балл

Максимальный балл за задание — 8

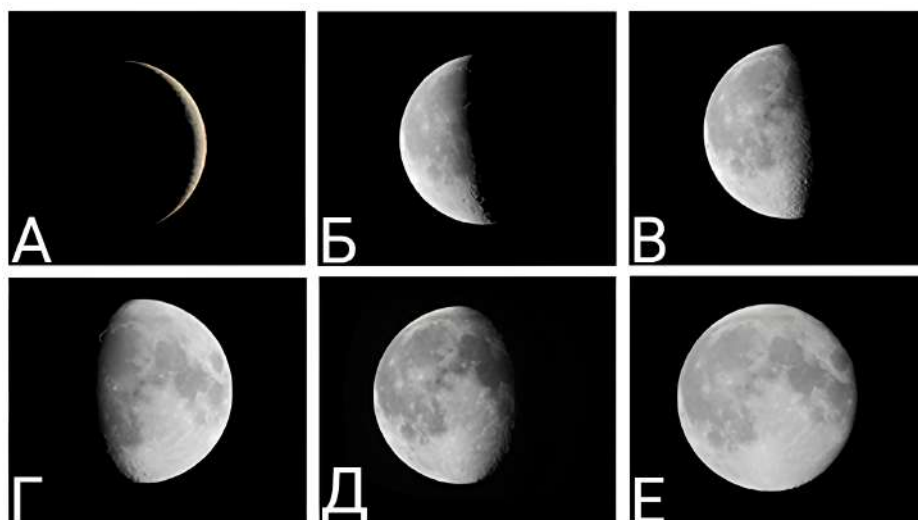
Решение.

Правильность или ошибочность большинства утверждений очевидна из рисунка. Так как в одной точке пересекается не больше двух полос, больше двух затмений из одного места наблюдения увидеть нельзя. При этом некоторые точки не попали ни в одну из полос затмений. Отметим, что ширина полос затмений мала и обычно не превышает нескольких сотен километров.

Задание 7. На рисунках представлена последовательная смена фаз Луны.



а) Установите соответствие между пропусками, обозначенными цифрами, и фазами Луны, обозначенными буквами.



Ответ:

1	А
2	Г
3	Е
4	Д
5	В
6	Б

Критерий оценивания: за каждую верную пару — 1 балл. Всего — 6 баллов

б) Почему Луна на центральном изображении красная?

Ответ:

- Ей стыдно
- ✓ Она попала в тень Земли
- Она всегда такая
- На ней происходит песчаная буря
- На неё попал свет, отражённый от Марса
- Фото сделано вечером на закате

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) В какой фазе находится Луна на центральном изображении?

Ответ:

- В новолунии
- В первой четверти
- В последней четверти
- ✓ В полнолунии
- В краснолунии
- В противофазе

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла**Максимальный балл за задание — 10****Решение.**

а) Вначале мы наблюдаем растущую Луну, когда освещённая часть Луны со временем увеличивается, начиная с западной стороны диска (для наблюдателя в Северном полушарии Земли западная сторона диска Луны находится справа). Во второй половине последовательности представлена стареющая Луна, у которой освещённая доля видимого диска с течением времени уменьшается, причём освещённой остаётся восточная сторона.

б) Луна может стать красной во время лунного затмения, когда она находится в тени Земли. В этот момент она не освещается Солнцем напрямую, но видна за счёт света, рассеянного земной атмосферой.

в) Лунные затмения могут происходить только тогда, когда Луна и Солнце оказываются на одной прямой с Землёй, но по разные стороны от неё. При этом вне земной тени диск Луны полностью освещён. Эта фаза называется полнолунием.

Задание 8. Вариант 1. Исходя из особенностей излучения, приходящего от звёзд, их разделяют на так называемые спектральные классы. В частности, спектральный класс определяет цвет и температуру поверхности звезды. В таблице представлено соответствие между характеристиками:

Спектральный класс	O	B	A	F	G	K	M
Цвет	Голубой	Бело-голубой	Белый	Жёлто-белый	Жёлтый	Оранжевый	Красный

Наше Солнце принадлежит к спектральному классу G и имеет температуру поверхности 5500 °C.

а) К какому спектральному классу принадлежит звезда Вега, если она имеет белый цвет?

Ответ:

- O
- B
- ✓ A
- F
- G
- K
- M

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) Температура поверхности Веги равна 9280 °С. На сколько градусов она больше температуры поверхности Солнца?

Ответ: 3780

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 7

Решение.

а) Как видно из таблицы, белому цвету соответствует спектральный класс А, соответственно, Вега принадлежит именно к этому спектральному классу.

б) Вычислим разность, используя указанные в условии температуры звёзд: $9280 - 5500 = 3780$ градусов.

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 8.

№ варианта	Имя звезды	Сп. Класс	Температура, °С	Ответ (пункт а)	Ответ (пункт б)
1	Вега	A	9280	Белый	больше на 3780
2	Минтака	O	31130	Голубой	больше на 25630
3	Спика	B	25030	Бело-голубой	больше на 19530
4	Канопус	F	7080	Жёлто-белый	больше на 1580
5	Арктур	K	3980	Оранжевый	меньше на 1520
6	Антарес	M	3130	Красный	меньше на 2370

Список использованных источников изображений

Задание 1.

<https://apod.nasa.gov/apod/ap170926.html>

Задание 5.

1. <https://esawebb.org/images/weic2326a/>.

2. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Задание 6.

1. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eclipses_en_Espa%C3%B1a_2026-2028.png.

2. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Сириус.Курсы — для тех,
кто хочет знать больше!



Максимальное количество баллов за олимпиаду — 80

Задание 1. Заполните пропуски в тексте.

а) Звезда — это массивное самосветящееся небесное тело, внутри которого происходят, происходили или будут происходить ...

Ответ:

- ✓ термоядерные реакции
- извержения вулканов
- землетрясения
- гравитационные взаимодействия
- возгорания нефти

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Все звёзды видны с поверхности Земли как ...

Ответ:

- раскалённые шары
- ✓ точечные объекты
- красные огни
- вспышки
- пятиугольники

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Единственное исключение — ..., ближайшая к Земле звезда.

Ответ:

- Проксима Центавра
- Сириус
- ✓ Солнце
- Вега
- Венера

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

г) Звёзды состоят из множества различных химических элементов, но самыми распространёнными являются ...

Ответ:

- воздух и вода
- ✓ водород и гелий
- нефть и газ
- уран и плутоний
- огонь и земля

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

д) Чему равно расстояние от Земли до изображённой звезды?

Ответ:

- 6400 километров
- 700 тысяч километров
- ✓ 1 астрономическая единица
- 1.3 парсека
- 8 килопарсек
- 100 тысяч световых лет

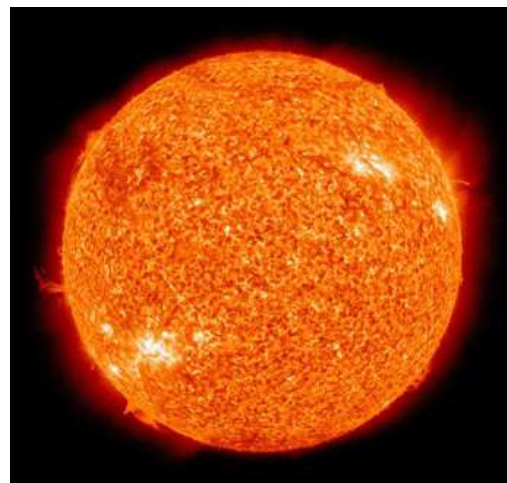
Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

Текст содержит элементарные сведения о звёздах.

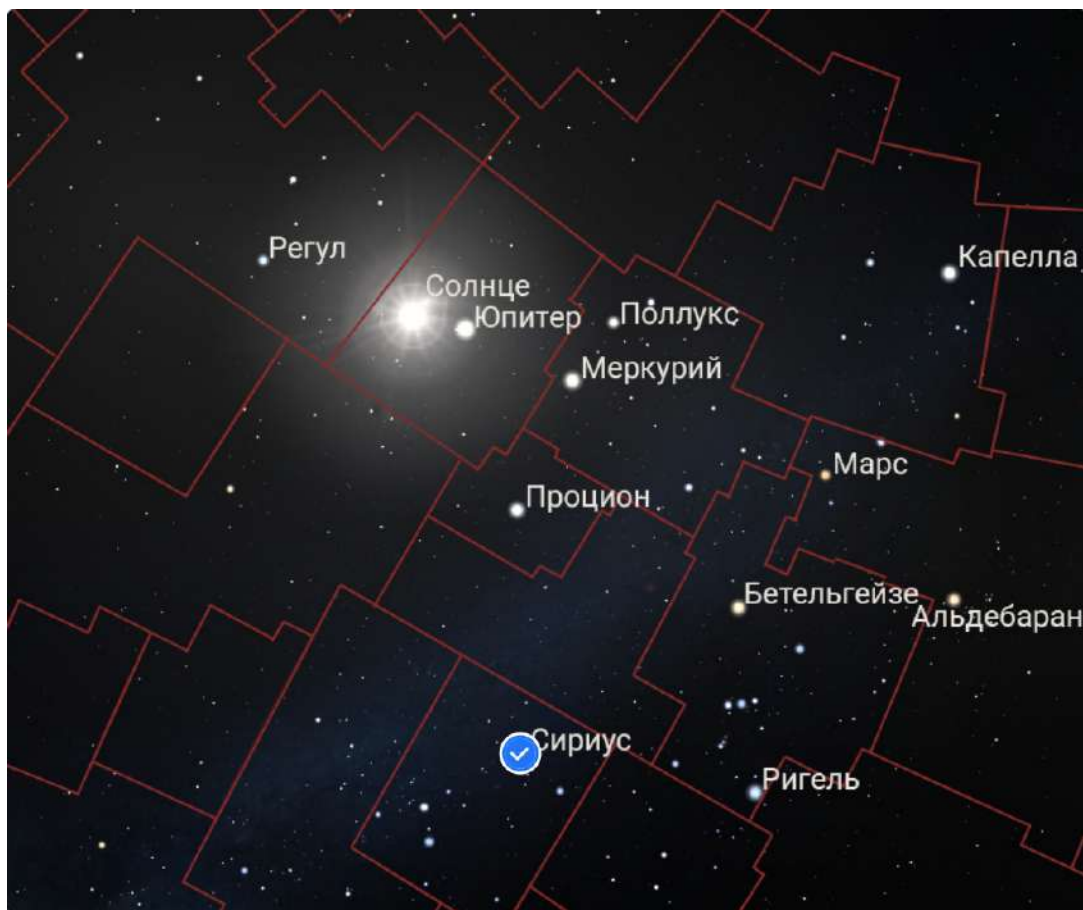
На изображении представлено Солнце. Расстояние между Солнцем и Землёй по определению равно 1 астрономической единице.



Задание 2. На рисунке представлен фрагмент звёздного неба (симуляция) на некоторую дату в 2026 году.

а) Отметьте самую яркую звезду ночного неба.

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Вблизи какой конфигурации находится Юпитер?

Ответ:

- Противостояние
- ✓ Соединение
- Квадратура
- Наибольшая элонгация

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Какому календарному сезону в Северном полушарии Земли соответствует положение светил на изображении?

Ответ:

- Весне
- ✓ Лету
- Осени
- Зиме
- Невозможно определить

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

г) Какая планета в изображённой конфигурации расположена ближе всех к Земле?

Ответ:

- ✓ Меркурий
- Марс
- Юпитер
- Сириус
- Солнце

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

а) Самой яркой звездой ночного неба является Сириус.

б) Юпитер наблюдается рядом с Солнцем, а значит, находится вблизи соединения.

в) Солнце находится в зодиакальном созвездии, расположенном между созвездием Льва (со звездой Регул) и созвездием Близнецов (с Поллуксом). Это созвездие Рака. Солнце находится в Раке в конце июля и начале августа, то есть летом.

г) Солнце и Сириус не являются планетами. Марс и Юпитер — внешние планеты, при этом они наблюдаются недалеко от Солнца. Это значит, что для земного наблюдателя они находятся «за Солнцем», то есть дальше него; расстояние до них заведомо больше двух астрономических единиц. Меркурий — внутренняя планета, и его орбита целиком лежит внутри орбиты Земли. Таким образом, расстояние до него всегда меньше двух астрономических единиц, и в указанной конфигурации он и будет ближайшей к Земле планетой.

Задание 3. Установите соответствие между светилами и созвездиями, в которых они находятся на данной симуляции (см. Задание 2).

Ответ:

Солнце	Рак
Юпитер	Рак
Поллукс	Близнецы
Регул	Лев
Меркурий	Близнецы
Процион	Малый Пёс
Капелла	Возничий
Марс	Телец
Бетельгейзе	Орион
Ригель	Орион
Сириус	Большой Пёс
Альдебаран	Телец

Критерий оценивания: за каждую верную пару — 1 балл

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

Звёзды всегда находятся в одних и тех же созвездиях. Планеты и Солнце находятся в зодиакальных созвездиях, которые можно определить по ярким звёздам. Марс находится там же, где и Альдебаран, — в созвездии Тельца, Меркурий вместе с Поллуксом в Близнецах и т. д.

Задание 4. Вариант 1. Рассмотрим условные «альтернативные реальности», в которых параметры Солнечной системы немного отличаются. В таблице приведена информация об «альтернативных Землях». Для удобства все величины выражены в единицах «нашей» реальности (Вселенной).

	Вселенная А	Вселенная В	Вселенная С
Период обращения вокруг Солнца	7013 часов	347 суток	1.1 года
Радиус орбиты, а. е.	1.1	0.95	0.8

а) В какой вселенной продолжительность года на Земле минимальна?

Ответ:

- ✓ Во вселенной А
- Во вселенной В
- Во вселенной С
- В нашей Вселенной
- Везде одинакова

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) В какой вселенной средняя орбитальная скорость Земли отличается от таковой в нашей Вселенной не более чем на 1 %? Орбиту Земли считайте круговой.

Ответ:

- Во вселенной А
- ✓ Во вселенной В
- Во вселенной С
- Во всех
- Ни в какой

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

а) Продолжительность года практически равна периоду обращения Земли вокруг Солнца. В нашей Вселенной это примерно 365 дней (можно взять более точное значение, например, 365.25, но это не повлияет на дальнейшие ответы). Во вселенной *A* год длится $7013/24 \approx 292$ «наших» суток, а во вселенной *C* — $1.1 \cdot 365 \approx 402$ суток.

Соответственно, во вселенной *A* продолжительность года наименьшая, а во вселенной *C* — наибольшая.

б) Орбитальная скорость пропорциональна радиусу орбиты и обратно пропорциональна периоду обращения вокруг Солнца: $v \propto R/T$. Очевидно, что во вселенной *A* отношение скорости альтернативной Земли к скорости нашей Земли $v/v_0 > 1$, во вселенной *C* отношение $v/v_0 < 1$ и только во вселенной *B*

$$\frac{v}{v_0} = \frac{0.95}{347/365} \approx 1.$$

Задание 4. Вариант 2. Рассмотрим условные «альтернативные реальности», в которых параметры Солнечной системы немного отличаются. В таблице приведена информация об «альтернативных Землях». Для удобства все величины выражены в единицах «нашей» реальности (Вселенной).

	Вселенная <i>A</i>	Вселенная <i>B</i>	Вселенная <i>C</i>
Период обращения вокруг Солнца	7013 часов	347 суток	1.1 года
Радиус орбиты, а. е.	1.1	0.95	0.8

а) В какой вселенной продолжительность года на Земле максимальна?

Ответ:

- Во вселенной *A*
- Во вселенной *B*
- ✓ Во вселенной *C*
- В нашей Вселенной
- Везде одинакова

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) В какой вселенной средняя орбитальная скорость Земли отличается от таковой в нашей Вселенной не более чем на 1 %? Орбиту Земли считайте круговой.

Ответ:

- Во вселенной *A*
- ✓ Во вселенной *B*
- Во вселенной *C*
- Во всех
- Ни в какой

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 5. На изображении представлен объект, часто обозначаемый как M27.



а) Что означает M27?

Ответ:

- Объект находится в 27 мегапарсеках от Земли
- Возраст объекта равен 27 миллионам лет
- Объект в 27 раз ярче Луны
- ✓ Это объект каталога Мессье под номером 27
- Масса объекта равна 27 массам Солнца
- Масса объекта равна 27 массам Галактики

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) С чем можно перепутать данный объект при наблюдении в небольшой телескоп?

Ответ:

- С Солнцем
- С Луной
- С Юпитером
- ✓ С кометой
- С астероидом

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Выберите тип представленного объекта:

Ответ:

- Шаровое звёздное скопление
- Рассеянное звёздное скопление
- Спиральная галактика
- ✓ Планетарная туманность
- Диффузная туманность

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

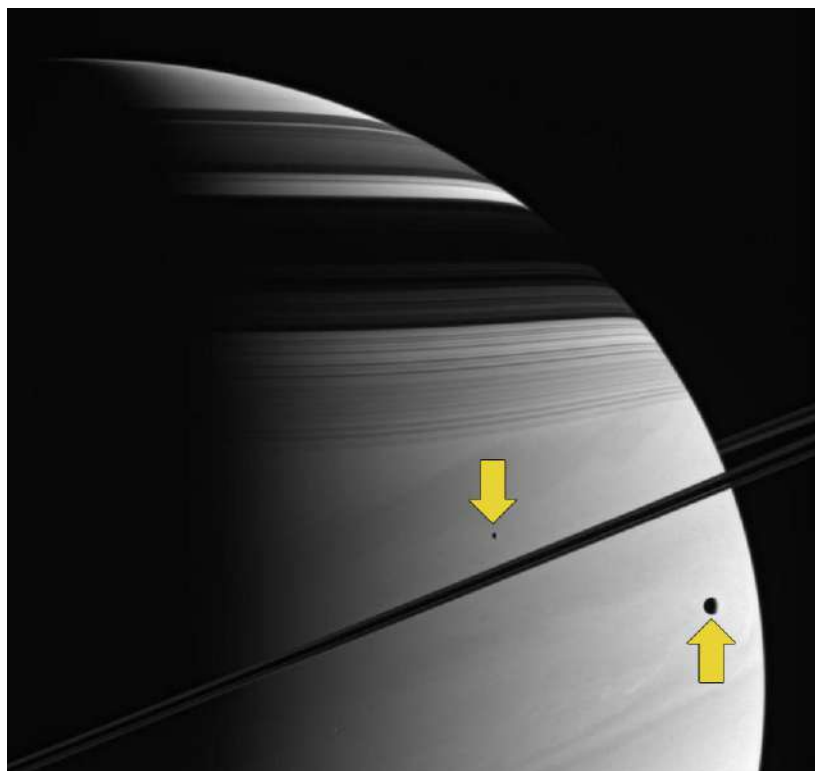
а) «M27» является сокращением от Messier 27 (Мессье 27). Число 27 указывает на порядковый номер объекта в каталоге Шарля Мессье.

б) В небольшой телескоп подобные объекты выглядят как туманные пятна. Похожим образом выглядят кометы, не имеющие большого и яркого хвоста. Кстати, именно это сходство и послужило причиной появления упомянутого выше каталога — Шарль Мессье занимался поиском комет и составил список похожих на кометы объектов, чтобы лишний раз не путать их.

в) На фотографии изображена планетарная туманность Гантель.

Задание 6.

а) К каким классам относится планета, представленная на фотографии?



Ответ:

- Планета земной группы
- ✓ Планета-гигант
- Карликовая планета
- ✓ Внешняя планета
- Внутренняя планета
- Планета без естественных спутников
- ✓ Планета с естественными спутниками
- ✓ Планета с кольцами
- Каменная планета
- ✓ Газовая планета

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 1 балл. Всего — 5 баллов.

За каждую ошибку снимается 1 балл

б) Чем являются тёмные области, отмеченные на фотографии стрелками?

Ответ:

- Шаровыми звёздными скоплениями
- Кратерами
- Чёрными дырами
- ✓ Спутниками планеты
- Озоновыми дырами

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

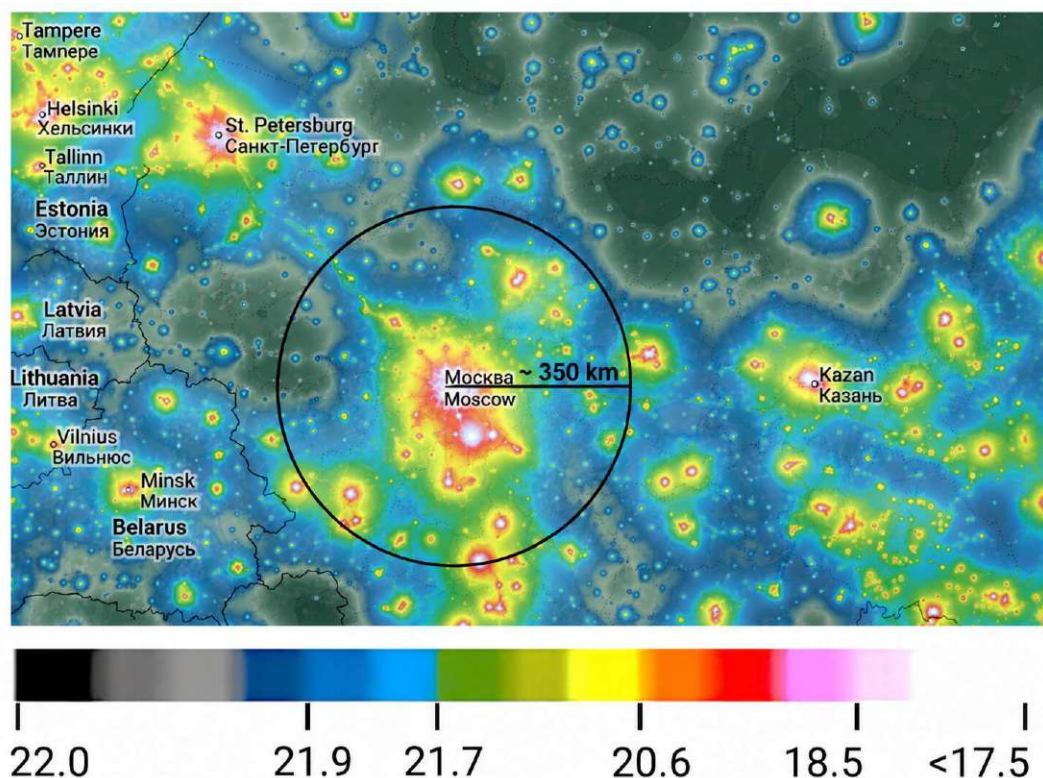
Максимальный балл за задание — 7

Решение.

а) По характерной тени от колец на поверхности планеты несложно догадаться, что на фотографии изображён Сатурн. Эта планета — газовый гигант, имеющий систему колец и почти три сотни спутников. Сатурн расположен дальше от Солнца, чем Земля, то есть является внешней планетой.

б) Тёмные области — это спутники Сатурна Мимас и Тефия.

Задание 7. Дана карта светового загрязнения в европейской части России. Цветовая шкала показывает яркость неба в зените в некоторых условных единицах (звёздных величинах с квадратной угловой секунды неба, SQM). Большая величина означает меньшую засветку; яркость неба в 22 SQM соответствует идеально тёмному небу.



Выберите верные утверждения.

Ответ:

- Расстояние от Санкт-Петербурга до Москвы составляет более 1 тысячи километров
- В центре крупных городов условия для астрономических наблюдений наилучшие
- ✓ В радиусе 350 километров от центра Москвы нет мест с идеально тёмным небом

- ✓ На уровень засветки влияют не только населённые пункты, но и крупные дороги
- ✓ Яркость неба в центре Казани не позволяет видеть тусклые звёзды
- В России нет мест с идеально тёмным небом

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 3 балла. Всего — 9 баллов.

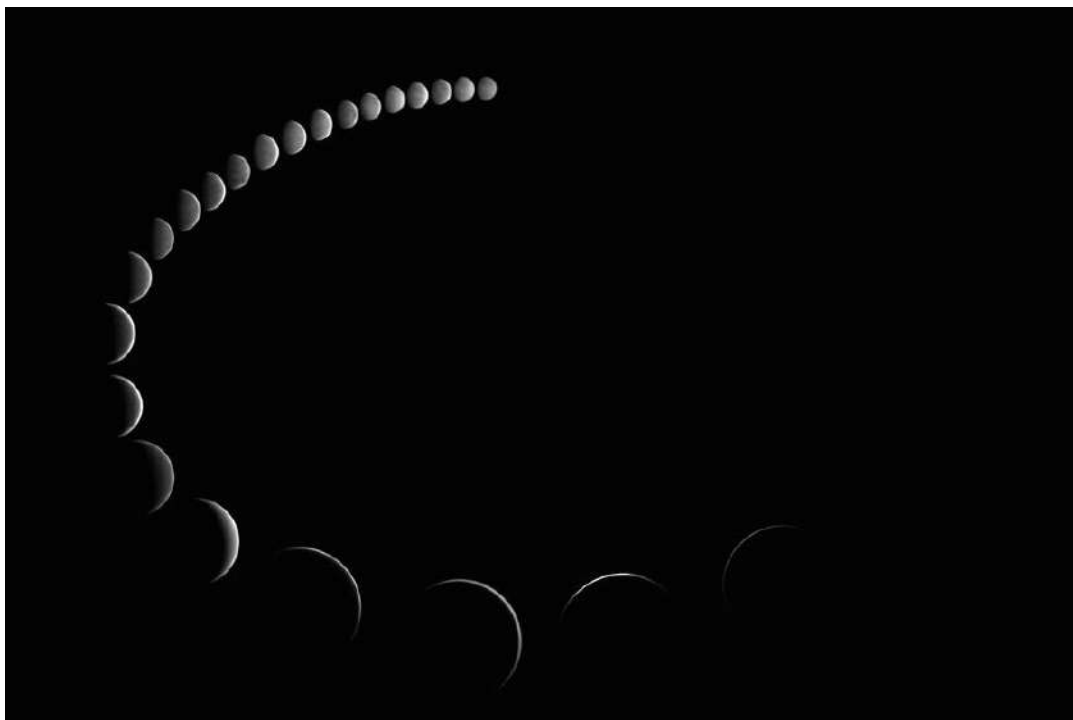
За каждую ошибку снимается 2 балла

Максимальный балл за задание — 9

Решение.

По рисунку видно, что области с наибольшей засветкой расположены в городах и вдоль крупных дорог. Тусклые звёзды там наблюдать нельзя. Области с идеально тёмным небом видны на карте к северо-востоку от Москвы на расстоянии более 350 километров от неё. По указанному масштабу видно, что расстояние между Москвой и Санкт-Петербургом составляет около 700 километров.

Задание 8. Дан коллаж из последовательных изображений некоторого небесного тела при наблюдении с Земли. Все изображения представлены в одинаковом угловом масштабе.



а) Как называется это явление?

Ответ:

- Испарение чёрной дыры
- Лунное затмение
- Солнечное затмение
- ✓ Смена фаз
- Расширение остатка сверхновой

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Какой объект представлен на фотоколлаже?

Ответ:

- Чёрная дыра
- Луна
- Солнце
- ✓ Венера
- Юпитер

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Что можно сказать о возможном пространственном расположении объекта относительно Солнца для земного наблюдателя?

Ответ:

- ✓ Он может быть как ближе Солнца, так и дальше
- Он всегда ближе Солнца
- Он всегда дальше Солнца
- Невозможно определить

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

а) На рисунке представлена последовательность сменяющихся фаз некоторого объекта.

б) Очевидно, это не чёрная дыра и не Солнце. Юпитер является внешней планетой, поэтому мы всегда видим его только с освещённой стороны. Луной этот объект также быть не может: его угловой размер (а значит, и расстояние до него) изменяется в несколько раз. Таким образом, это Венера.

в) Венера для земного наблюдателя может быть как ближе Солнца (например, в нижнем соединении), так и дальше него (верхнее соединение).

Задание 9. Вариант 1. Вокруг некоторой далёкой звезды обращаются две экзопланеты, A и B . Орбиты планет круговые и лежат в одной плоскости, а движение планет происходит в одном направлении. Период обращения планеты B вокруг звезды в 3 раза больше, чем у планеты A .

а) Какая из планет находится ближе к звезде?

Ответ:

- ✓ Планета A
- Планета B
- То одна планета ближе, то другая
- Невозможно определить

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

б) Предположим, что в некоторый момент времени планеты сблизилась на минимально возможное расстояние, то есть оказались на одной прямой со звездой, причём с одной стороны от неё. Сколько таких «точек сближения» существует в пространстве? Если их бесконечно много, в ответ запишите 0.

Ответ: 2

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

а) Чем меньше радиус орбиты планеты, тем быстрее она движется и тем меньше её орбитальный период. Соответственно, ближе к звезде расположена планета A .

б) Планеты A и B находятся в так называемом орбитальном резонансе: их периоды соотносятся как небольшие целые числа. В нашем случае это резонанс 1:3. При резонансе сближения планет будут происходить только в определённых точках пространства. Найдём их количество. Пусть от «нулевой» точки сближения планета B прошла по орбите некоторую дугу $\theta < 360^\circ$. Планета A окажется в той же точке пространства, пройдя по орбите дугу, равную $(N \cdot 360^\circ + \theta)$, где N — число целых оборотов. Так как планета A делает один оборот вокруг звезды за в 3 раза меньшее время (иными словами, её угловая скорость в 3 раза больше), пройденная ею дуга будет в 3 раза больше, чем у планеты B . Получаем уравнение:

$$N \cdot 360^\circ + \theta = 3\theta, \quad \theta = \frac{360^\circ N}{2}.$$

Так как по условию $\theta < 360^\circ$, параметр N может принимать только два значения: 0 и 1, причём 0 соответствует начальной «нулевой» точке. При $N = 2$ происходит возвращение в ту же начальную точку. В общем случае резонанса вида $1:k$ получаем, что параметр N может принимать значения $0, 1, \dots, k-2$. Это даёт $(k-1)$ точек сближения.

Задание 9. Вариант 2. Вокруг некоторой далёкой звезды обращаются две экзопланеты, A и B . Орбиты планет круговые и лежат в одной плоскости, а движение планет происходит в одном направлении. Период обращения планеты B вокруг звезды в 4 раза больше, чем у планеты A .

а) Какая из планет находится ближе к звезде?

Ответ:

- ✓ Планета A
- Планета B
- То одна планета ближе, то другая
- Невозможно определить

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

б) Предположим, что в некоторый момент времени планеты сблизилась на минимально возможное расстояние, то есть оказались на одной прямой со звездой, причём с одной стороны от неё. Сколько таких «точек сближения» существует в пространстве? Если их бесконечно много, в ответ запишите 0.

Ответ: 3

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 8

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 9. Вариант 3. Вокруг некоторой далёкой звезды обращаются две экзопланеты, *A* и *B*. Орбиты планет круговые и лежат в одной плоскости, а движение планет происходит в одном направлении. Период обращения планеты *B* вокруг звезды в 5 раз больше, чем у планеты *A*.

а) Какая из планет находится ближе к звезде?

Ответ:

- ✓ Планета *A*
- Планета *B*
- То одна планета ближе, то другая
- Невозможно определить

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

б) Предположим, что в некоторый момент времени планеты сблизилась на минимально возможное расстояние, то есть оказались на одной прямой со звездой, причём с одной стороны от неё. Сколько таких «точек сближения» существует в пространстве? Если их бесконечно много, в ответ запишите 0.

Ответ: 4

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 8

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 9. Вариант 4. Вокруг некоторой далёкой звезды обращаются две экзопланеты, *A* и *B*. Орбиты планет круговые и лежат в одной плоскости, а движение планет происходит в одном направлении. Период обращения планеты *B* вокруг звезды в 6 раз больше, чем у планеты *A*.

а) Какая из планет находится ближе к звезде?

Ответ:

- ✓ Планета *A*
- Планета *B*
- То одна планета ближе, то другая
- Невозможно определить

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

б) Предположим, что в некоторый момент времени планеты сблизилась на минимально возможное расстояние, то есть оказались на одной прямой со звездой, причём с одной стороны от неё. Сколько таких «точек сближения» существует в пространстве? Если их бесконечно много, в ответ запишите 0.

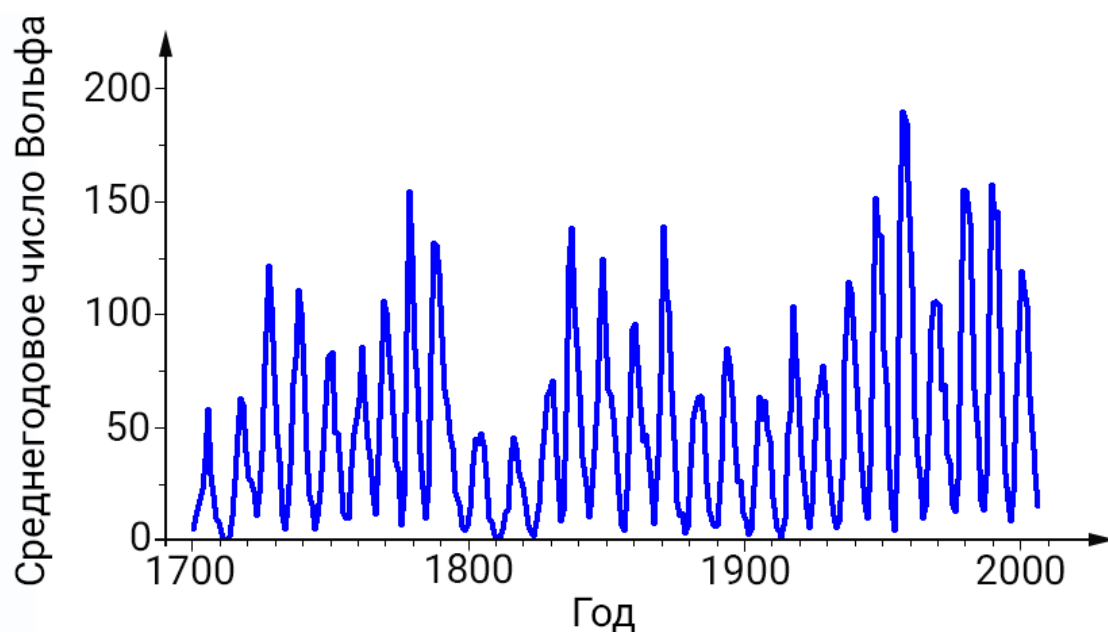
Ответ: 5

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 8

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 10. Дан многолетний график среднегодового числа Вольфа. Число Вольфа определяется по количеству наблюдаемых на поверхности Солнца пятен и является показателем солнечной активности.



Выберите верные утверждения.

Ответ:

- ✓ В какие-то годы на Солнце больше пятен, чем в другие
- В годы максимальной солнечной активности число Вольфа принимает одно и то же значение
- Цикл солнечной активности составляет примерно 6 лет
- ✓ Среднегодовое число Вольфа, как правило, не больше 200
- ✓ В годы минимальной солнечной активности среднегодовое число Вольфа меньше 25

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 6 баллов.

За каждую ошибку снимается 1 балл

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

Цикл солнечной активности составляет около 11 лет. В минимуме активности число Вольфа падает вплоть до нуля, то есть на Солнце может долгое время вообще не быть пятен. В эпоху максимума солнечной активности среднегодовое число Вольфа в среднем составляет от 100 до 180, но в истории наблюдений фиксировались как очень слабые максимумы (число Вольфа меньше 50), так и очень сильные (190–200).

Список использованных источников изображений

Задание 6.

1. <https://apod.nasa.gov/apod/ap180402.html>.
2. https://apod.nasa.gov/apod/image/1804/SaturnRingsMoons_Cassini_967.jpg.

Задание 7.

1. <https://www.lightpollutionmap.info/>.
2. <https://www.lightpollutionmap.info/help.html>.

Задание 8.

1. <https://apod.nasa.gov/apod/ap240108.html>.
2. https://apod.nasa.gov/apod/image/2401/VenusPhases_Gonzales_1280.jpg.
3. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Задание 10.

1. <https://sidc.be/SILSO/DATA/ARCHIVE/V1.0/yearssn.dat>.
2. <https://sidc.be/SILSO/versionarchive>.

Сириус.Курсы — для тех,
кто хочет знать больше!



Максимальное количество баллов за олимпиаду — 100

Задание 1. Заполните пропуски в тексте.

а) Туманность — это участок ..., который выделяется в сравнении с окружающим пространством излучением или поглощением света.

Ответ:

- Солнечной системы
- тропосферы
- ✓ межзвёздной среды
- облака Оорта
- Луны

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Туманности состоят из ...

Ответ:

- комет и астероидов
- ✓ пыли и газа
- фотонов
- радиоактивных веществ
- воды

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) При наблюдении в небольшой телескоп светлые туманности можно перепутать с ...

Ответ:

- ✓ галактиками и кометами
- Солнцем и Луной
- северным сиянием
- грозowymi облаками
- солнечным затмением

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

г) По современной классификации знаменитая Туманность Андромеды — это ...

Ответ:

- комета
- ✓ спиральная галактика
- тёмная туманность
- планетарная туманность
- остаток сверхновой

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

д) Определите тёмный объект в центре представленного изображения:



Ответ:

- Туманность Андромеды
- ✓ Туманность Конская Голова
- Солнечный протуберанец
- Вулканический выброс
- Большое Красное Пятно на Юпитере
- Туманность Угольный Мешок
- Туманность Кошачий Глаз

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 11

Решение.

Текст содержит элементарные сведения о туманностях и межзвёздной среде.

На изображении представлена тёмная туманность «Конская Голова».

Задание 2. На композитной фотографии представлена аналемма — фигура, состоящая из изображений Солнца, запечатлённого в разные дни года в одно и то же среднее время из фиксированной точки наблюдения.



а) Аналемма на разных планетах может иметь различный вид. Так, на Марсе она имеет форму капли. А земная аналемма похожа на цифру. Какую?

Ответ: 8

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

б) Какие события произошли на месте съёмки в день, соответствующий нижней точке аналеммы?

Ответ:

- Весеннее равноденствие
- Осеннее равноденствие
- Летнее солнцестояние
- ✓ Зимнее солнцестояние
- Полярная ночь
- Новолуние
- Полнолуние
- Солнечное затмение
- Лунное затмение
- Ничего из перечисленного

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 3 балла. Всего — 3 балла.

За каждую ошибку снимается 2 балла

в) Какие события произошли на месте съёмки 8 апреля?

Ответ:

- Весеннее равноденствие
- Осеннее равноденствие
- Летнее солнцестояние
- Зимнее солнцестояние
- Полярная ночь
- ✓ Новолуние
- Полнолуние
- ✓ Солнечное затмение
- Лунное затмение
- Ничего из перечисленного

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 3 балла. Всего — 6 баллов.

За каждую ошибку снимается 2 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

а) По рисунку очевидно, что на Земле аналемма имеет форму восьмёрки.

б) Нижняя точка аналеммы соответствует 21 декабря, при этом Солнце имеет наименьшую в течение года полуденную высоту. Это зимнее солнцестояние. Отметим, что полнолуние, новолуние и, соответственно, любые затмения на эту дату выпасть не могли: так как одно из новолуний пришлось на 8 апреля (см. далее), 21 декабря Луна должна была оказаться в фазе примерно последней четверти.

в) В точке, соответствующей 8 апреля, мы видим характерный вид полного солнечного затмения. Солнечное затмение может произойти только в новолуние.

Задание 3. Известно, что съёмка кадров для аналеммы проводилась в 18:38 по всемирному времени, что соответствует местному полудню. Определите долготу места наблюдения (по модулю). Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

а) Долгота места наблюдения:

Ответ: засчитывается в диапазоне [99; 100]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 6 баллов

б) В каких полушариях Земли располагался наблюдатель?

Ответ:

- В Северном и Восточном
- ✓ В Северном и Западном
- В Южном и Восточном
- В Южном и Западном

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

а) Местное время отличается от всемирного (то есть времени на нулевом меридиане) на

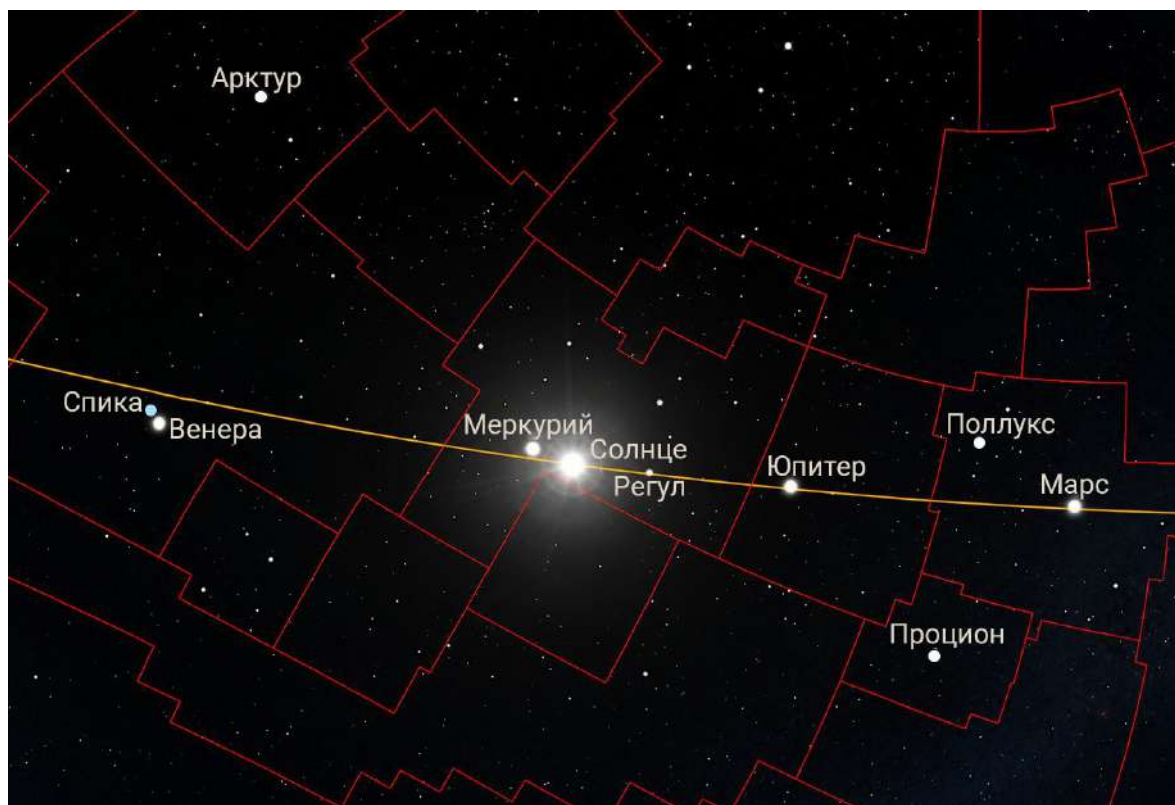
$$18 \text{ часов } 38 \text{ минут} - 12 \text{ часов } 00 \text{ минут} = 6 \text{ часов } 38 \text{ минут}.$$

Переведём эту разницу в градусы долготы, учитывая, что $360^\circ = 24$ часа, следовательно, $15^\circ = 1$ час, $1^\circ = 4$ минуты:

$$\lambda = 6 \times 15 + \frac{38}{4} = 99.5 \approx 100^\circ.$$

б) Так как июньская часть analemma расположена выше над горизонтом, чем декабрьская, место наблюдения находится в Северном полушарии. Местное время отстаёт от всемирного (в местный полдень на Гринвиче был уже вечер), следовательно, съёмка проводилась в Западном полушарии, а найденная долгота является западной.

Задание 4. На рисунке представлен фрагмент звёздного неба (симуляция) на некоторую дату в 2026 году.



а) Какой большой круг небесной сферы отмечен на рисунке?

Ответ:

- Небесный экватор
- Альмукантарат
- ✓ Эклиптика
- Небесный меридиан

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Какое событие изображено на рисунке?

Ответ:

- ✓ Сближение Венеры и Спика
- Лунное затмение
- Противостояние Марса
- Прохождение Меркурия по диску Солнца

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Выберите самую яркую звезду ночного неба из присутствующих на изображении.

Ответ:

- Венера
- Спика
- Солнце
- Меркурий
- ✓ Арктур
- Марс
- Юпитер
- Сириус
- Процион
- Поллукс

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

г) Вблизи какой конфигурации находится Венера?

Ответ:

- Противостояние
- Нижнее соединение
- Верхнее соединение
- ✓ Наибольшая восточная элонгация
- Наибольшая западная элонгация

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

а) Вдоль отмеченной линии расположились Солнце и планеты. На рисунке отмечена плоскость орбиты Земли, или эклиптика.

б) Очевидно, на рисунке изображено сближение Венеры и Спика.

в) Самой яркой звездой ночного неба является Сириус, но его нет на представленном фрагменте звёздного неба. В нашем случае самым ярким будет Арктур — самая яркая звезда Северного полушария небесной сферы.

г) Венера находится к востоку от Солнца, причём на значительном угловом расстоянии от него, близком к максимально возможному. Такая конфигурация называется наибольшей восточной элонгацией.

Задание 5.

а) Установите соответствие между светилами и созвездиями, в которых они находятся на данной симуляции.

Ответ:

Спика	Дева
Венера	Дева
Меркурий	Лев
Солнце	Лев
Регул	Лев
Юпитер	Рак
Поллукс	Близнецы
Марс	Близнецы
Арктур	Волопас
Процион	Малый Пёс

Критерий оценивания: за каждую верную пару — 1 балл. Всего — 10 баллов

б) Какое событие произошло в день, соответствующий положению светил на рисунке?

Ответ:

- Весеннее равноденствие
- Осеннее равноденствие
- Летнее солнцестояние
- Зимнее солнцестояние
- ✓ Начало учебного года
- Прохождение Меркурия по диску Солнца
- Прохождение Венеры по диску Солнца

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 13

Решение.

а) Звёзды всегда находятся в одних и тех же созвездиях. Планеты и Солнце находятся в зодиакальных созвездиях, которые можно определить по ярким звёздам. Венера находится там же, где и Спика — в созвездии Девы, Марс вместе с Поллуксом — в Близнецах, Меркурий, Солнце и Регул — во Льве. Зодиакальное созвездие без ярких звёзд между Близнецами и Львом, в котором находится Юпитер, — это созвездие Рака.

б) Солнце находится примерно в середине своего пути по созвездию Льва, в котором пребывает с середины августа по середину сентября. Единственный подходящий ответ из списка — это начало учебного года, 1 сентября.

Задание 6.

а) Установите соответствие между объектами и характеристиками их орбит.

Ответ:

Земля	Двигается вокруг Солнца по орбите, близкой к круговой
Юпитер	Двигается вокруг Солнца по орбите, близкой к круговой
Луна	Двигается вокруг планеты
Титан	Двигается вокруг планеты
Комета Галлея	Двигается вокруг Солнца по вытянутой орбите
Комета Чурюмова-Герасименко	Двигается вокруг Солнца по вытянутой орбите

Критерий оценивания: за каждую верную пару — 1 балл. Всего — 6 баллов

б) Астероид Оумуамуа, комета Борисова и комета 3I/ATLAS наблюдались в Солнечной системе, но считаются межзвёздными объектами. Что можно сказать об орбитальном движении этих небесных тел?

Ответ:

- Они движутся вокруг Солнца по окружностям
- Они были захвачены Юпитером и стали его спутниками
- Они стали частью пояса астероидов
- ✓ Они пролетели мимо Солнца по гиперболе и никогда не вернуться

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

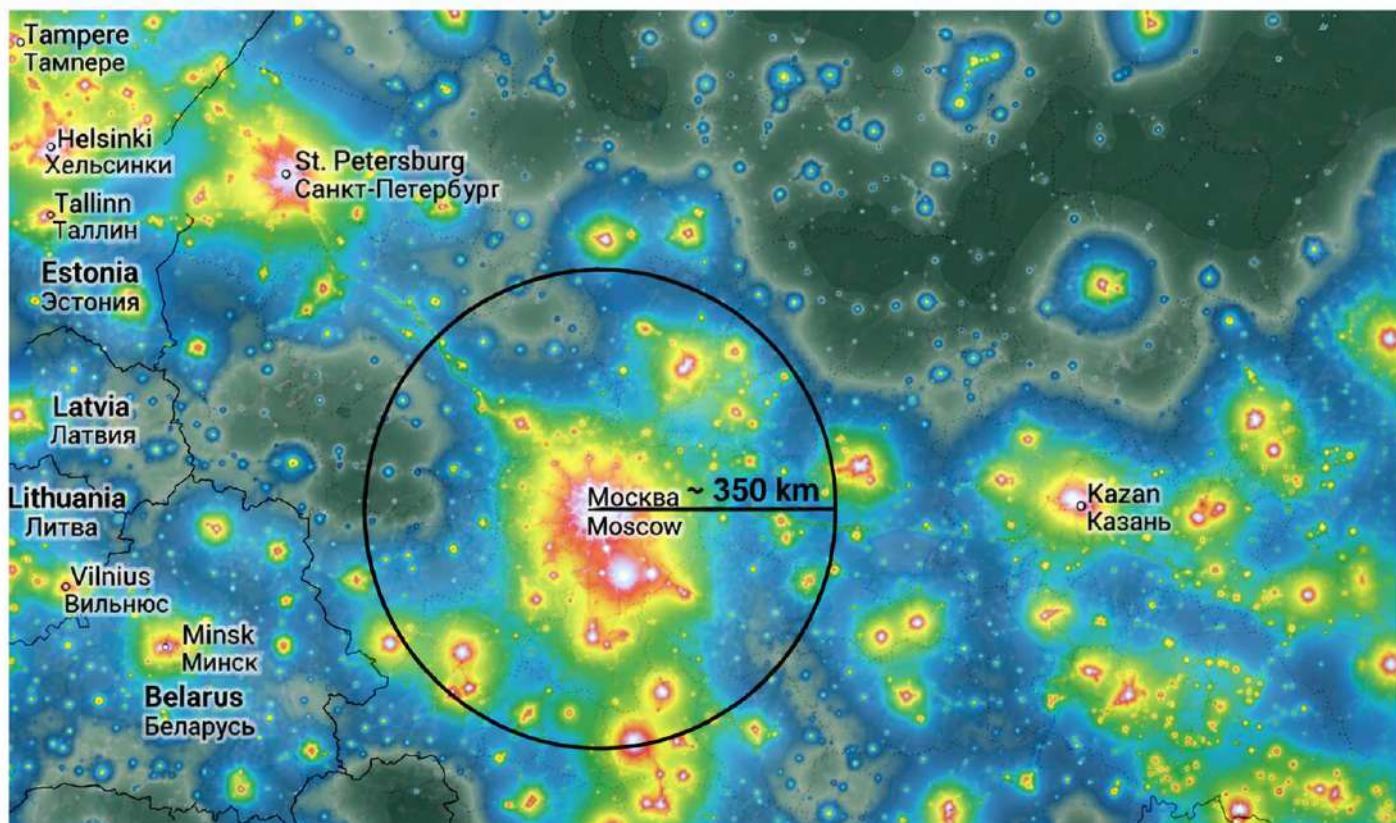
Максимальный балл за задание — 9

Решение.

а) Планеты Солнечной системы движутся по орбитам, близким к круговым. Кометы также движутся вокруг Солнца, но, как правило, по сильно вытянутым эллипсам. А вот Луна и Титан являются спутниками планет, Земли и Сатурна соответственно.

б) Межзвёздные объекты называются так потому, что не принадлежат Солнечной системе. Их скорости достаточно велики, чтобы преодолеть гравитационное влияние Солнца, которое лишь немного искривляет траекторию их пролёта через нашу систему.

Задание 7. На изображении представлена карта светового загрязнения в европейской части России.



Цветовая шкала показывает яркость неба в зените в некоторых условных единицах (звёздных величинах с квадратной угловой секунды неба, SQM). Большая величина означает меньшую засветку; яркость неба в 22 SQM соответствует идеально тёмному небу.

Выберите верные утверждения.

Ответ:

- Расстояние от Санкт-Петербурга до Москвы составляет более 1 тысячи километров
- В центре крупных городов условия для астрономических наблюдений наилучшие
- ✓ В радиусе 350 километров от центра Москвы нет мест с идеально тёмным небом
- ✓ На уровень засветки влияют не только населённые пункты, но и крупные дороги
- ✓ Яркость неба в центре Казани не позволяет видеть тусклые звёзды
- В России нет мест с идеально тёмным небом

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 3 балла. Всего — 9 баллов.

За каждую ошибку снимается 2 балла

Максимальный балл за задание — 9

Решение.

По рисунку видно, что области с наибольшей засветкой расположены в городах и вдоль крупных дорог. Тусклые звёзды там наблюдать нельзя. Области с идеально тёмным небом видны на карте к северо-востоку от Москвы на расстоянии более 350 километров от неё. По указанному масштабу видно, что расстояние между Москвой и Санкт-Петербургом составляет около 700 километров.

Задание 8. Вариант 1. В таблице представлены минимальные и максимальные расстояния от Солнца до некоторых объектов Солнечной системы.

Объект	Минимальное расстояние	Максимальное расстояние
Земля	147 098 290 км	152 098 232 км
Юпитер	4.950429 а. е.	5.458104 а. е.
Меркурий	0.30749951 а. е.	0.46670079 а. е.
Марс	1.3814 а. е.	1.6662 а. е.

а) Расстояние между какой планетой и Солнцем изменяется больше всего в абсолютных единицах (например, в метрах)?

Ответ:

- Земля
- Марс
- ✓ Юпитер
- Меркурий

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Как изменяется расстояние между планетами и Солнцем в относительных единицах? Ответ выразите в процентах от среднего радиуса орбиты соответствующей планеты, округлите до целых.

Ответ:

Земля: 3
Юпитер: 10
Меркурий: 41
Марс: 19

Критерий оценивания: За каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 8 баллов

в) Насколько может изменяться расстояние между Солнцем и Марсом? Ответ выразите в миллионах километров, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [42; 44]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 14

Решение.

а) Последовательно вычисляя разность между максимальным и минимальным расстояниями ($r_{\max} - r_{\min}$) для каждой планеты, получаем, что максимальное значение этой величины достигается у Юпитера (около 0.5 а. е.).

б) Относительное изменение расстояния вычисляется по формуле:

$$\Delta r = 2 \times \frac{r_{\max} - r_{\min}}{r_{\max} + r_{\min}} \times 100\%.$$

Из данных о Земле можно получить значение 1 астрономической единицы в километрах:

$$1 \text{ а. е.} = \frac{r_{\max} + r_{\min}}{2} \approx 149.6 \text{ млн км.}$$

в) Теперь, используя данные о расстояниях для Марса в астрономических единицах, получаем ответ в миллионах километров:

$$(1.67 - 1.38) \times 149.6 \approx 43 \text{ млн км.}$$

Задание 8. Вариант 2. В таблице представлены минимальные и максимальные расстояния от Солнца до некоторых объектов Солнечной системы.

Объект	Минимальное расстояние	Максимальное расстояние
Земля	147 098 290 км	152 098 232 км
Юпитер	4.950429 а. е.	5.458104 а. е.
Меркурий	0.30749951 а. е.	0.46670079 а. е.
Марс	1.3814 а. е.	1.6662 а. е.

а) Расстояние между какой планетой и Солнцем изменяется больше всего в абсолютных единицах (например, в метрах)?

Ответ:

- Земля
- Марс
- ✓ Юпитер
- Меркурий

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Как изменяется расстояние между планетами и Солнцем в относительных единицах? Ответ выразите в процентах от среднего радиуса орбиты соответствующей планеты, округлите до целых.

Ответ:

Земля: 3
Юпитер: 10
Меркурий: 41
Марс: 19

Критерий оценивания: За каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 8 баллов

в) Насколько может изменяться расстояние между Солнцем и Меркурием? Ответ выразите в миллионах километров, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [23; 25]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 14

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 8. Вариант 3. В таблице представлены минимальные и максимальные расстояния от Солнца до некоторых объектов Солнечной системы.

Объект	Минимальное расстояние	Максимальное расстояние
Земля	147 098 290 км	152 098 232 км
Юпитер	4.950429 а. е.	5.458104 а. е.
Меркурий	0.30749951 а. е.	0.46670079 а. е.
Марс	1.3814 а. е.	1.6662 а. е.

а) Расстояние между какой планетой и Солнцем изменяется больше всего в абсолютных единицах (например, в метрах)?

Ответ:

- Земля
- Марс
- ✓ Юпитер
- Меркурий

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Как изменяется расстояние между планетами и Солнцем в относительных единицах? Ответ выразите в процентах от среднего радиуса орбиты соответствующей планеты, округлите до целых.

Ответ:

Земля: 3

Юпитер: 10

Меркурий: 41

Марс: 19

Критерий оценивания: За каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 8 баллов

в) Насколько может изменяться расстояние между Солнцем и Юпитером? Ответ выразите в миллионах километров, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [75; 77]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 14

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 9. На изображении представлен объект из каталога Мессье.



а) Какие названия носит этот объект?

Ответ:

- ✓ Спящая Красавица и Чёрный Глаз
- Туманность Ориона и Туманность Андромеды
- Плеяды и Гиады
- Кольцо и Кошачий Глаз
- Сигара и Сомбреро
- M1 и M45

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Когда был открыт данный объект?

Ответ:

- Известен с доисторических времён
- В Древней Месопотамии
- В IX веке
- ✓ В XVIII веке
- В 2026 году

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Выберите тип изображённого объекта:

Ответ:

- Шаровое звёздное скопление
- Рассеянное звёздное скопление
- ✓ Спиральная галактика
- Планетарная туманность
- Диффузная туманность

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 6

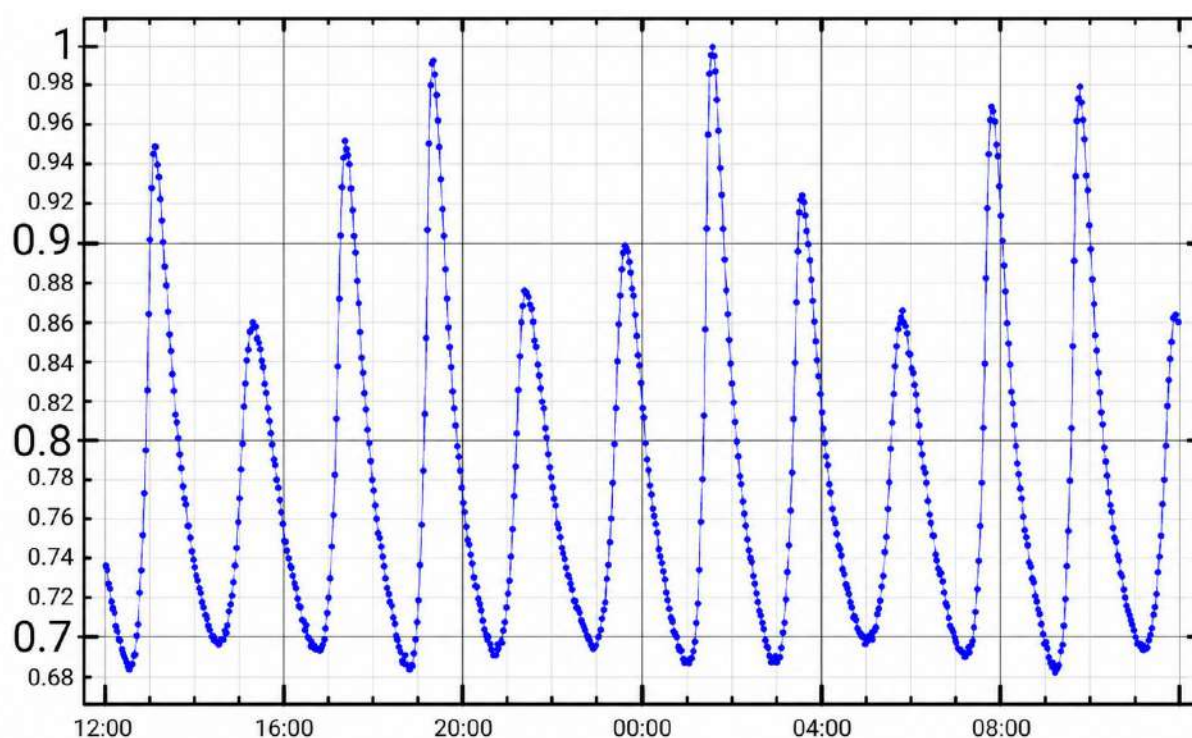
Решение.

а) Все пары, кроме одной, состоят из названий двух разных объектов. Единственное исключение — Спящая Красавица и Чёрный Глаз, это два названия одного и того же объекта, который и изображён на фотографии.

б) Очевидно, данная галактика не могла быть известна ни в Древнем мире, ни в раннем Средневековье, так как для её наблюдения необходим телескоп. При этом её наличие в каталоге Шарля Мессье говорит о том, что она была открыта задолго до сегодняшнего дня. Поэтому единственный подходящий ответ — XVIII век.

в) Объект имеет вид, характерный для спиральной галактики.

Задание 10. Дана кривая блеска некоторой переменной звезды.



По оси абсцисс указано время в часах и минутах, по оси ординат — поток энергии от звезды в некоторых условных единицах.

Выберите верные утверждения.

Ответ:

- ✓ Поток энергии от звезды может изменяться более чем на 25%
- Все максимумы блеска звезды совершенно одинаковые
- Период изменения блеска звезды составляет примерно 4 часа
- ✓ За единицу измерения потока принято максимально возможное для данной звезды значение этой величины
- ✓ Поток энергии от звезды в минимумах различается меньше, чем в максимумах
- ✓ Эта звезда не может быть звездой солнечного типа

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 8 баллов.

За каждую ошибку снимается 1 балл

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

Правильность или ошибочность большинства утверждений очевидна из рисунка. Отметим, что представленная звезда не может быть звездой солнечного типа, так как колебания потока энергии от неё слишком велики ($> 30\%$), что, очевидно, совершенно нехарактерно для Солнца.

Список использованных источников изображений

1. <https://apod.nasa.gov/apod/ap250320.html>.
2. https://apod.nasa.gov/apod/image/2503/HunterWells_submission3-3labelled1024.jpg.

Задание 7.

1. <https://www.lightpollutionmap.info/>.
2. <https://www.lightpollutionmap.info/help.html>.

Задание 9.

1. <https://apod.nasa.gov/apod/ap230720.html>.
2. <https://apod.nasa.gov/apod/image/2307/M64Hubble.jpg>.

Сириус.Курсы — для тех,
кто хочет знать больше!



Максимальное количество баллов за олимпиаду — 100

Задание 1. Заполните пропуски.

а) Изображённый объект — самое ... тело в Солнечной системе.

Ответ:

- маленькое
- холодное
- ✓ массивное
- плотное
- твёрдое

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) ... не всегда находится внутри объекта: в зависимости от расположения планет, он может оказаться как внутри, так и снаружи.

Ответ:

- Меркурий
- ✓ Барицентр Солнечной системы
- Белый карлик
- Ядро
- Огонь

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Основным источником энергии в нашей системе являются ...

Ответ:

- ✓ термоядерные реакции
- вулканы
- грозовые облака
- гравитационные взаимодействия
- химические реакции

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

г) в ...

Ответ:

- недрах Земли
- ✓ ядре объекта
- протуберанцах
- атмосфере объекта
- реакторах АЭС

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

д) Выберите возможные стадии эволюции звёзд такого же типа, как и объект.

Ответ:

- ✓ Звезда главной последовательности
- Чёрная дыра
- Астероид
- ✓ Протозвезда
- Голубой сверхгигант
- ✓ Красный гигант
- ✓ Планетарная туманность
- ✓ Белый карлик
- Нейтронная звезда
- Цефеида

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 10 баллов.

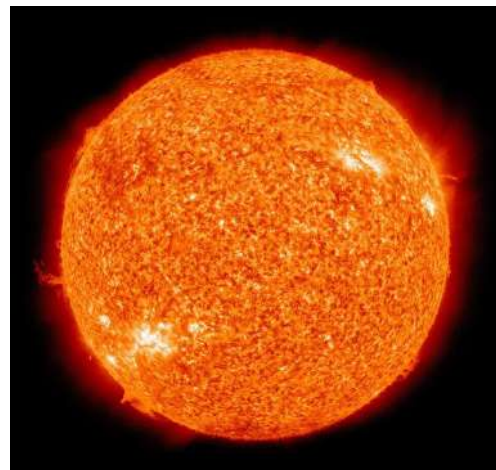
За каждую ошибку снимается 1 балл

Максимальный балл за задание — 18

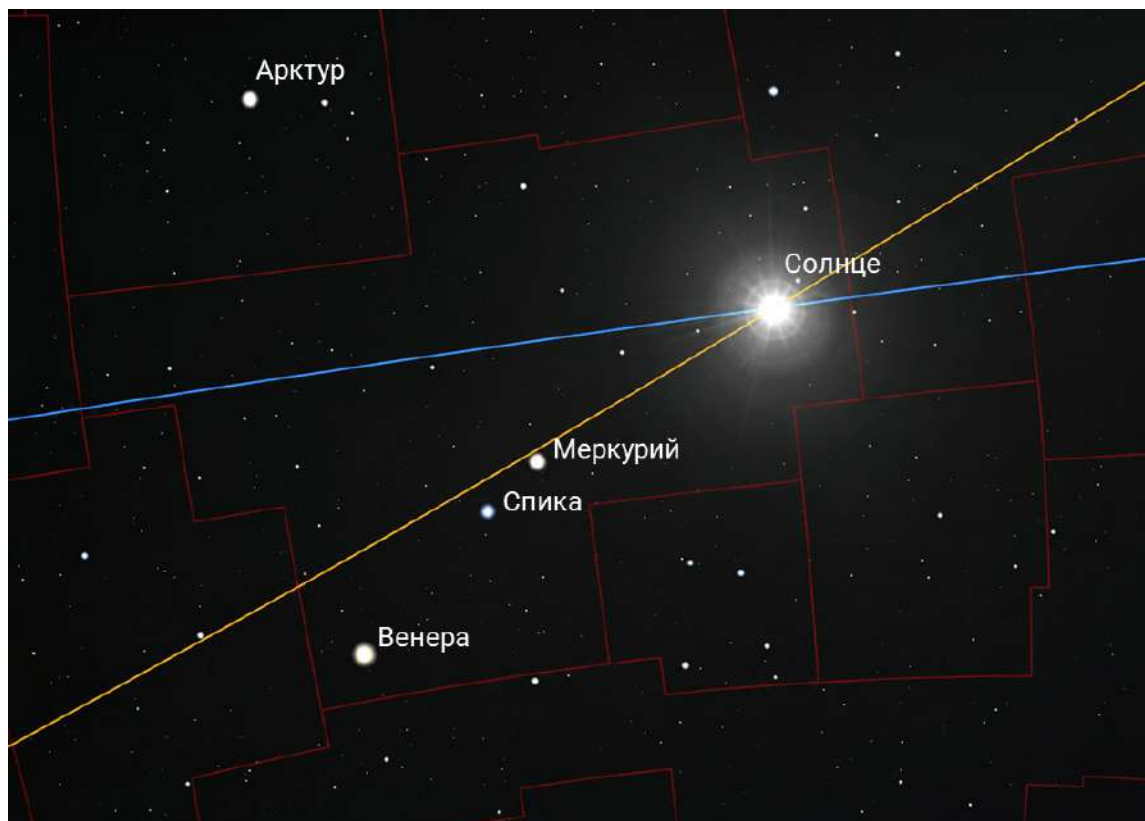
Решение.

Текст содержит элементарные сведения о Солнце и Солнечной системе.

Звезда солнечной массы последовательно проходит стадии протозвезды, звезды главной последовательности, красного гиганта и белого карлика с окружающей его планетарной туманностью.



Задание 2. На рисунке представлен фрагмент звёздного неба (симуляция) на некоторую дату в 2026 году.



а) На пересечении каких кругов небесной сферы, отмеченных на рисунке, находится Солнце?

Ответ:

- Горизонта и круга высоты
- Горизонта и альмуkantарата
- ✓ Небесного экватора и эклиптики
- Небесного меридиана и круга склонений

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) В каком созвездии находится Солнце?

Ответ:

- Овен
- Телец
- Орион
- Большая Медведица
- Рыбы
- ✓ Дева
- Весы
- Волопас

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Выберите самую яркую звезду ночного неба из присутствующих на изображении:

Ответ:

- ✓ Арктур
- Спика
- Солнце
- Венера
- Меркурий
- Сириус

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

г) В каком созвездии находится эта звезда?

Ответ:

- Овен
- Телец
- Орион

- Большая Медведица
- Рыбы
- Дева
- Весы
- ✓ Волопас

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

д) Какое событие изображено на рисунке?

Ответ:

- Весеннее равноденствие
- ✓ Осеннее равноденствие
- Летнее солнцестояние
- Зимнее солнцестояние
- Солнечное затмение
- Лунное затмение
- Прохождение Меркурия по диску Солнца
- Прохождение Венеры по диску Солнца

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

е) К какому классу относятся планеты, присутствующие на изображении?

Ответ:

- ✓ Планеты земной группы
- Планеты-гиганты
- Внешние планеты
- ✓ Внутренние планеты
- Планеты с естественными спутниками

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 4 балла.

За каждую ошибку снимается 1 балл

ж) Какой дате соответствует положение объектов на рисунке?

Ответ: 22.09.2026 или 23.09.2026

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 18

Решение.

а) Единственный подходящий ответ — экватор и эклиптика. В остальных вариантах круги либо должны пересекаться под прямым углом, либо не пересекаться вовсе.

б) Солнце находится в том же созвездии, что и Спика — в Деве.

в) Самой яркой звездой ночного неба является Сириус, но его нет на представленном фрагменте звёздного неба. В нашем случае подходит Арктур — самая яркая звезда Северного полушария небесной сферы.

г) Арктур — самая яркая звезда в созвездии Волопаса.

д) На рисунке Солнце находится в точке осеннего равноденствия — одной из двух точек пересечения небесного экватора и эклиптики.

е) Меркурий и Венера — планеты земной группы, которые находятся ближе к Солнцу, чем Земля, и, соответственно, являются внутренними планетами. Естественных спутников у этих планет нет.

ж) Осеннее равноденствие приходится, как правило, на 22 или 23 сентября.

Задание 3. Установите соответствие между научными открытиями и именами учёных, совершивших их.

Ответ:

Три закона механики	Исаак Ньютон
Три закона небесной механики	Иоганн Кеплер
Закон всемирного тяготения	Исаак Ньютон
Фазы Луны	Известно с доисторических времён
Фазы Венеры	Галилео Галилей
Атмосфера Венеры	Михаил Ломоносов

Критерий оценивания: за каждую верную пару — 2 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

Известные факты из истории науки.

Задание 4. Вариант 1. Рассмотрим условные «альтернативные реальности», в которых все законы физики выглядят привычным нам образом, но параметры Солнца и орбит планет Солнечной системы немного отличаются. Для удобства все величины приведены в единицах «нашей» реальности (Вселенной).

	Вселенная A	Вселенная B	Вселенная C
Масса Солнца, $M_{\odot}$	0.8	0.9	1.1
Радиус орбиты Земли, а. е.	1.1	0.9	0.8

а) Определите продолжительность года на Земле во вселенной A. Ответ выразите в «наших» земных годах, округлите до десятых.

Ответ: 1.3

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) В какой вселенной средняя орбитальная скорость Земли такая же, как и в нашей Вселенной? Орбиту Земли считайте круговой.

Ответ:

- Во вселенной A
- ✓ Во вселенной B
- Во вселенной C
- Во всех
- Ни в какой

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

а) Продолжительность года на Земле и её альтернативных версиях практически равна периоду обращения планеты вокруг Солнца. Запишем III закон Кеплера, выражая период обращения в земных годах, радиус орбиты Земли — в астрономических единицах и массу — в массах Солнца (в единицах нашей Вселенной):

$$T^2 = \frac{R^3}{M}.$$

Тогда продолжительность года на альтернативной Земле во вселенной A

$$T_A = \left(\frac{1.1^3}{0.8} \right)^{1/2} \approx 1.3 \text{ года.}$$

б) Круговая скорость связана с массой центральной звезды и радиусом орбиты как

$$V = \left(\frac{GM}{R} \right)^{1/2}.$$

Таким образом, скорость сохраняется, если сохраняется отношение M/R . В данном случае так происходит во вселенной B.

Задание 4. Вариант 2. Рассмотрим условные «альтернативные реальности», в которых все законы физики выглядят привычным нам образом, но параметры Солнца и орбит планет Солнечной системы немного отличаются. Для удобства все величины приведены в единицах «нашей» реальности (Вселенной).

	Вселенная A	Вселенная B	Вселенная C
Масса Солнца, $M_{\odot}$	0.8	0.9	1.1
Радиус орбиты Земли, а. е.	1.1	0.9	0.8

а) Определите продолжительность года на Земле во вселенной C. Ответ выразите в «наших» земных годах, округлите до десятых.

Ответ: 0.7

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) В какой вселенной средняя орбитальная скорость Земли такая же, как и в нашей Вселенной? Орбиту Земли считайте круговой.

Ответ:

- Во вселенной A
- ✓ Во вселенной B
- Во вселенной C

- Во всех
- Ни в какой

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 6

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 5. На изображении представлен объект из каталога Мессье, находящийся в созвездии Водолея.



а) В какой галактике находится этот объект?

Ответ:

- Галактика Треугольника
- Галактика Андромеды
- ✓ Млечный Путь
- Сомбреро
- Водоворот
- Вертушка

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Определите экваториальные координаты этого объекта:

Ответ:

- $\alpha = 0^{\text{h}} 52^{\text{m}} 38^{\text{s}}$, $\delta = -72^{\circ} 48' 01''$
- $\alpha = 14^{\text{h}} 03^{\text{m}} 13^{\text{s}}$, $\delta = +54^{\circ} 20' 53''$
- $\alpha = 13^{\text{h}} 42^{\text{m}} 12^{\text{s}}$, $\delta = +28^{\circ} 22' 38''$
- ✓ $\alpha = 21^{\text{h}} 33^{\text{m}} 27^{\text{s}}$, $\delta = -00^{\circ} 49' 24''$
- $\alpha = 16^{\text{h}} 41^{\text{m}} 42^{\text{s}}$, $\delta = +36^{\circ} 27' 41''$

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Выберите тип этого объекта.

Ответ:

- Рассеянное звёздное скопление
- ✓ Шаровое звёздное скопление
- Спиральная галактика
- Планетарная туманность
- Диффузная туманность

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

а) Объект на фотографии отлично разрешается на отдельные звёзды. Его наличие в каталоге Мессье говорит о том, что в небольшой телескоп он выглядит как туманное пятно заметных угловых размеров (напомним, что Шарль Мессье заносил в каталог туманные объекты, которые можно было перепутать с кометами). Всё это говорит о том, что расстояние до объекта относительно невелико и он находится в нашей Галактике.

б) Точка весеннего равноденствия, имеющая экваториальные координаты ($\alpha = 0^h$, $\delta = 0^\circ$), расположена в зодиакальном созвездии Рыб. Водолей, в котором расположен указанный объект, также является зодиакальным созвездием, причём в годичном движении Солнца по небу Водолей предшествует Рыбам. Таким образом, Водолей расположен к юго-западу от Рыб, поэтому логично предположить, что координаты объекта лежат в диапазоне 20–24 часов по прямому восхождению и слабоотрицательны по склонению. Как мы видим, таким критериям удовлетворяет лишь один из представленных вариантов ответа, он и является верным.

в) Это шаровое звёздное скопление М2 (Мессье 2).

Задание 6. Дан коллаж из фотографий, на котором показано сближение двух ярчайших планет земного неба.



а) Выберите эти планеты.

Ответ:

- Марс и Юпитер
- Венера и Сириус
- Луна и Венера
- ✓ Венера и Юпитер
- Ганимед и Юпитер

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Известно, что для земного наблюдателя планеты располагались к востоку от Солнца. Когда и в какой стороне горизонта могли быть сделаны эти фотографии?

Ответ:

- Утром на востоке
- Утром на западе
- Вечером на востоке
- ✓ Вечером на западе

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Какая из этих двух ярких планет была ближе к Земле?

Ответ:

- Марс
- Сириус
- Луна
- ✓ Венера
- Юпитер
- Ганимед

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

г) Какое событие произошло в течение месяца после того, как были сделаны эти фотографии?

Ответ:

- Прохождение Венеры по диску Солнца
- Гелиакический восход Сириуса
- Гравитационный захват Венеры Юпитером
- Захват Юпитером Ганимеда в качестве спутника
- ✓ Летнее солнцестояние
- Великое противостояние Марса

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

а) Ярчайшими планетами на земном небе являются Венера и Юпитер.

б) Венера — внутренняя планета, и на небе Земли не может отходить далеко от Солнца, которое мешает наблюдениям. Солнце располагается к западу от планет, следовательно, наблюдения возможны вечером, когда Солнце скроется за горизонтом на западе. Утром планеты не видны, так как Солнце восходит раньше них.

в) Юпитер — внешняя планета, при этом он наблюдается недалеко от Солнца. Это значит, что для земного наблюдателя Юпитер находится «за Солнцем», то есть дальше него, и расстояние до этой планеты заведомо больше двух астрономических единиц. Венера — внутренняя планета, и её орбита целиком лежит внутри орбиты Земли. Таким образом, расстояние до неё всегда меньше двух астрономических единиц, и в указанной конфигурации она и будет ближайшей к Земле планетой. Для тех, кто хотя бы примерно помнит радиусы орбит планет, всё ещё проще: Венера вообще всегда ближе к Земле, чем Юпитер.

г) Фотографии были сделаны в начале июня. А 21 июня — день летнего солнцестояния.

Задание 7. Вариант 1.

а) Во время вспышки светимость новой звезды возросла в 10^3 раз. На сколько звёздных величин изменился её блеск (по модулю)? Ответ округлите до десятых.

Ответ: 7.5

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) Если до вспышки эта звезда имела видимый блеск $+17^m$, то что можно сказать о её доступности для наблюдений невооружённым глазом?

Ответ:

- До вспышки была доступна, после — нет
- Во время вспышки доступна, до неё — нет
- В обоих случаях доступна
- ✓ В обоих случаях недоступна

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 7

Решение.

а) Звёздные величины — логарифмическая величина. Разность в 5^m соответствует отношению потоков энергии в 100 раз. Отношение потоков в 100^k раз будет соответствовать разности звёздных величин, равной $5k$.

Таким образом, при увеличении светимости в $10^3 = 100^{3/2}$ раз звёздная величина изменится на $5 \times (3/2) = 7.5^m$.

б) Предельная звёздная величина для наблюдений невооружённым глазом равна примерно $+6^m$. Более тусклые объекты (то есть с большей звёздной величиной) видны только в телескоп. Новая звезда имела величину $+17^m$ до вспышки и $17 - 7.5 = +9.5^m$ во время вспышки, соответственно, в обоих случаях была недоступна для наблюдений невооружённым глазом.

Задание 7. Вариант 2.

а) Во время вспышки светимость новой звезды возросла в 10^4 раз. На сколько звёздных величин изменился её блеск (по модулю)? Ответ округлите до десятых.

Ответ: 10.0

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) Если до вспышки эта звезда имела видимый блеск $+17^m$, то что можно сказать о её доступности для наблюдений невооружённым глазом?

Ответ:

- До вспышки была доступна, после — нет
- Во время вспышки доступна, до неё — нет
- В обоих случаях доступна
- ✓ В обоих случаях недоступна

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 7

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 7. Вариант 3.

а) Во время вспышки светимость новой звезды возросла в 10^5 раз. На сколько звёздных величин изменился её блеск (по модулю)? Ответ округлите до десятых.

Ответ: 12.5

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) Если до вспышки эта звезда имела видимый блеск $+17^m$, то что можно сказать о её доступности для наблюдений невооружённым глазом?

Ответ:

- До вспышки была доступна, после — нет
- ✓ Во время вспышки доступна, до неё — нет
- В обоих случаях доступна
- В обоих случаях недоступна

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 7

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 7. Вариант 4.

а) Во время вспышки светимость новой звезды возросла в 10^6 раз. На сколько звёздных величин изменился её блеск (по модулю)? Ответ округлите до десятых.

Ответ: 15.0

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) Если до вспышки эта звезда имела видимый блеск $+17^m$, то что можно сказать о её доступности для наблюдений невооружённым глазом?

Ответ:

- До вспышки была доступна, после — нет
- ✓ Во время вспышки доступна, до неё — нет
- В обоих случаях доступна
- В обоих случаях недоступна

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 7

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 8. Выберите причины постоянного или временного изменения экваториальных координат звёзд.

Ответ:

- ✓ Прецессия земной оси
- ✓ Годичный параллакс
- Эффект Доплера
- ✓ Аберрация света
- ✓ Собственное движение звёзд
- Звёздная эволюция
- Переменность звёзд
- Экваториальные координаты звёзд не изменяются

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 8 баллов.

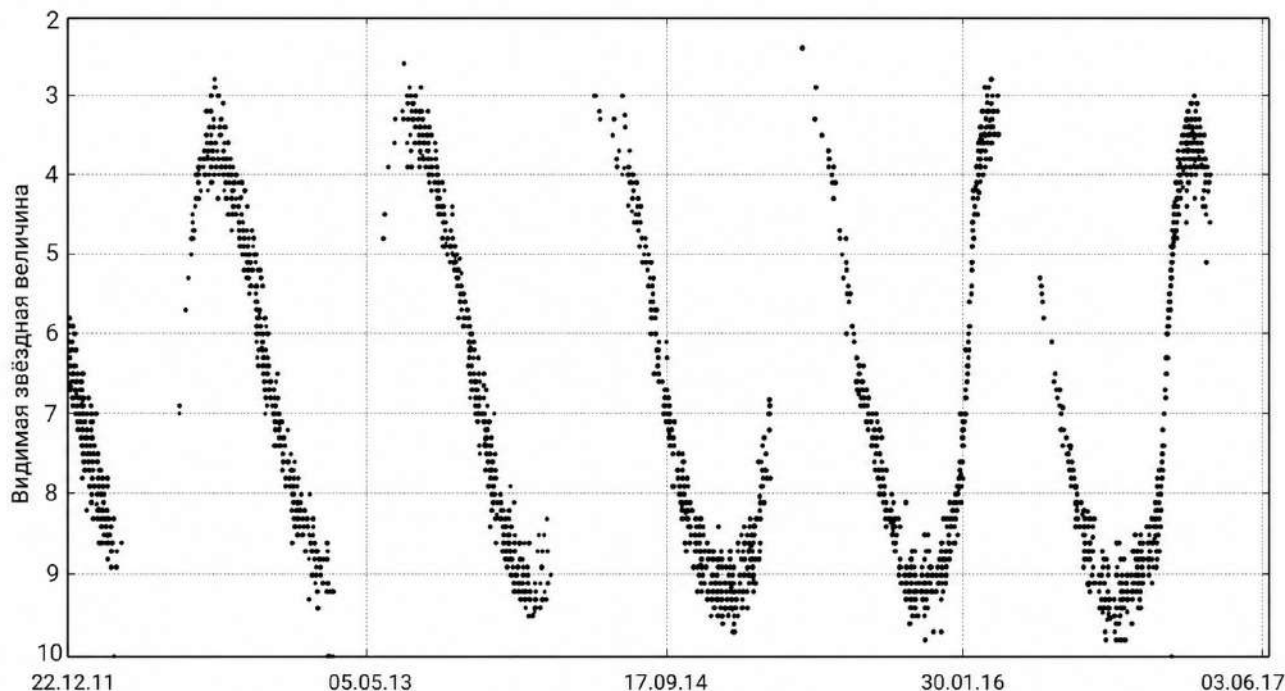
За каждую ошибку снимается 1 балл

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

Годичный параллакс и абберация света приводят к видимому смещению звезды относительно её истинного положения на небесной сфере с периодом в 1 год. Прецессия земной оси приводит к перемещению вдоль эклиптики точки весеннего равноденствия (относительно звёзд), а вместе с ней и всей экваториальной системы координат. Ну и, очевидно, собственное движение, то есть реальное перемещение звёзд в пространстве, также изменяет их координаты.

Задание 9. Дана кривая блеска некоторой переменной звезды.



а) Выберите верные утверждения.

Ответ:

- ✓ Видимый блеск звезды изменяется в пределах от 10^m до 2^m
- Светимость звезды изменяется менее чем в 100 раз
- Период изменения блеска звезды составляет примерно 1,5 года
- Блеск звезды в момент наибольшей светимости равен примерно 9^m – 10^m
- Эта звезда относится к типу затменных переменных
- ✓ Эта звезда то видна невооружённым глазом, то не видна
- ✓ Эта звезда не может быть звездой солнечного типа

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 6 баллов.

За каждую ошибку снимается 1 балл

б) Какие внешние планеты Солнечной системы всегда ярче этой звезды для наблюдателя на Земле?

Ответ:

- Меркурий
- Венера
- ✓ Марс
- ✓ Юпитер
- ✓ Сатурн
- Уран
- Нептун
- Луна

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 6 баллов.

За каждую ошибку снимается 1 балл

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

а) Правильность или ошибочность большинства утверждений очевидна из рисунка.

Предельная звёздная величина для наблюдений невооружённым глазом равна примерно $+6^m$, соответственно, звезда то видна невооружённым глазом, то не видна. Отметим, что большей светимости соответствует меньшая звёздная величина. Стократному отношению потоков энергии соответствует разность в 5^m , а у звезды разность звёздных величин достигает практически 8^m , то есть светимость изменяется более чем в 1500 раз. Таким образом, представленная звезда не может быть звездой солнечного типа, так как столь сильное изменение светимости совершенно нехарактерно для Солнца. Затмениями такое изменение объяснить также не получится: кривые блеска затменных переменных имеют совершенно другой вид.

б) В максимуме яркости блеск звезды оказывается не меньше $+2^m$. Все внешние планеты, видимые невооружённым глазом, — Марс, Юпитер и Сатурн — всегда ярче этой звезды.

Задание 10. Вариант 1. У некоторой экзопланеты радиусом 3184 км наклон плоскости экватора к плоскости орбиты составляет 18° . Найдите минимально возможное расстояние между двумя точками, измеряемое вдоль поверхности этой планеты, если одна из этих точек лежит на экваторе, а другая — на северном тропике планеты. Ответ выразите в тысячах километров, округлите до десятых.

Ответ: 1.0

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 5

Решение.

Тропики — это предельные (максимально удалённые от экватора) широты, на которых местное «Солнце» может оказаться в зените. Очевидно, что эта широта равна наклону плоскости экватора к плоскости орбиты планеты.

Минимальное расстояние между указанными точками достигается, когда они лежат на одном меридиане. Вычислим длину соответствующей дуги:

$$2\pi R \times \frac{18^\circ}{360^\circ} \approx 1 \text{ тыс. км.}$$

Задание 10. Вариант 2. У некоторой экзопланеты радиусом 3184 км наклон плоскости экватора к плоскости орбиты составляет 27° . Найдите минимально возможное расстояние между двумя точками, измеряемое вдоль поверхности этой планеты, если одна из этих точек лежит на экваторе, а другая — на северном тропике планеты. Ответ выразите в тысячах километров, округлите до десятых.

Ответ: 1.5

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 5

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 10. Вариант 3. У некоторой экзопланеты радиусом 3184 км наклон плоскости экватора к плоскости орбиты составляет 9° . Найдите минимально возможное расстояние между двумя точками, измеряемое вдоль поверхности этой планеты, если одна из этих точек лежит на экваторе, а другая — на северном тропике планеты. Ответ выразите в тысячах километров, округлите до десятых.

Ответ: 0.5

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 5

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 10. Вариант 4. У некоторой экзопланеты радиусом 3184 км наклон плоскости экватора к плоскости орбиты составляет 36° . Найдите минимально возможное расстояние между двумя точками, измеряемое вдоль поверхности этой планеты, если одна из этих точек лежит на экваторе, а другая — на северном тропике планеты. Ответ выразите в тысячах километров, округлите до десятых.

Ответ: 2.0

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 5

Решение по аналогии с вариантом 1

Список использованных источников изображений

Задание 1.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:The_Sun_by_the_Atmospheric_Imaging_Assembly_of_NASA%27s_Solar_Dynamics_Observatory_-_20100819.jpg.

Задание 5.

<https://esahubble.org/images/potw1913a/>.

Сириус.Курсы — для тех,
кто хочет знать больше!

