Максимальное количество баллов за олимпиаду — 80

Задание 1. Вариант 1. Дано распределение видимости лунного затмения, которое произошло 7 сентября 2025 года.



а) Выберите верные утверждения.

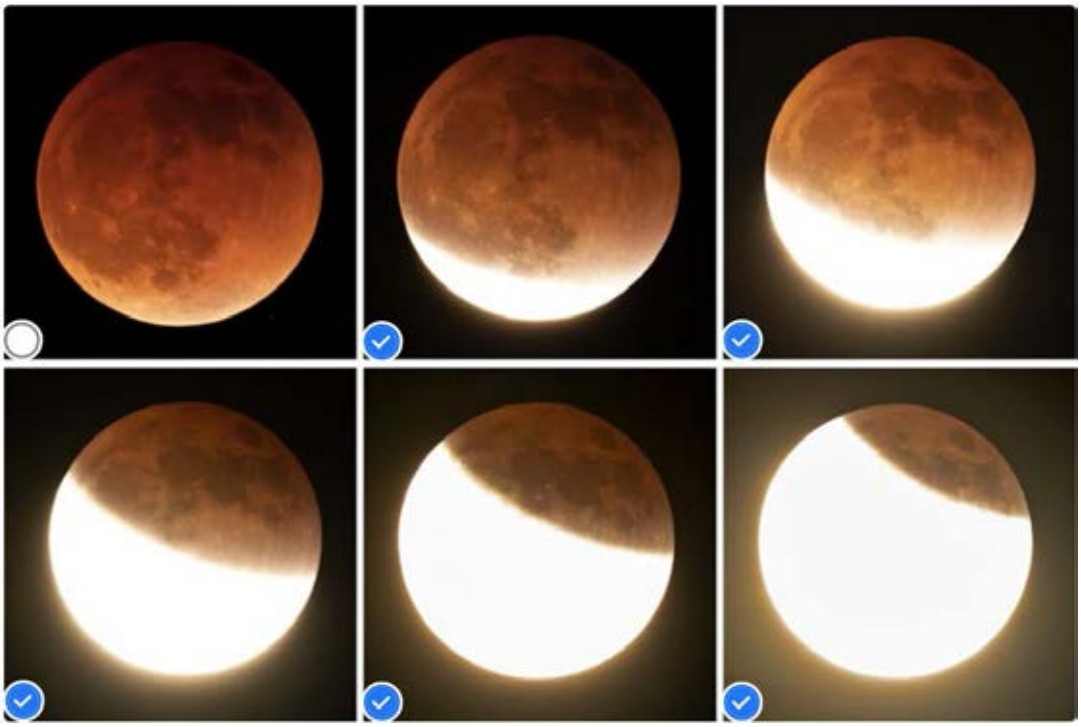
Ответ:

- Со всей поверхности Земли можно было наблюдать лунное затмение хотя бы частично
- ✓ Луна находилась в полнолунии
- Солнце находилось в момент полной фазы затмения в зените для наблюдателя в Москве
- ✓ На Южном полюсе Земли можно было наблюдать частную фазу лунного затмения
- На территории Италии невозможно было наблюдать затмение
- Во время затмения угловое расстояние между Луной и Солнцем составляло 90°
- Ровно через месяц после 7 сентября 2025 года было полное солнечное затмение
- ✓ В Австралии Луну во время затмения наблюдали к северу от зенита

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 6 баллов. За каждую ошибку снимается 2 балла

б) Какие изображения соответствуют частной теневой фазе затмения?

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла. Всего — 6 баллов. За каждую ошибку снимается 1 балл. Более 2 ошибок — 0 баллов

Максимальный балл за задание — 10

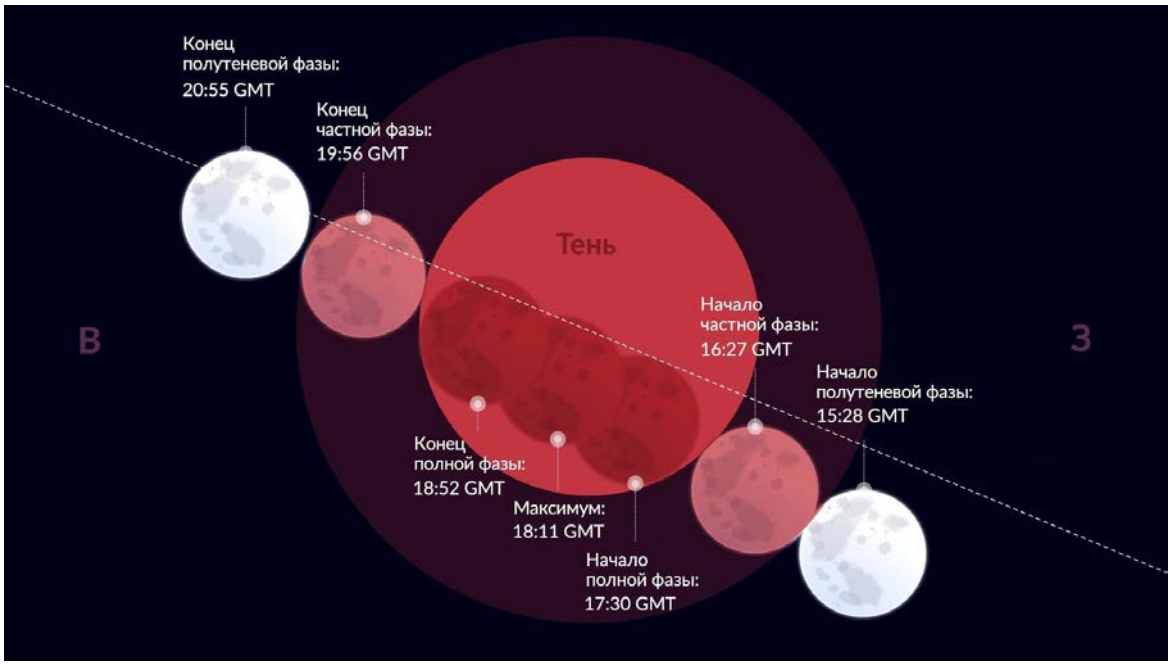
Решение.

а)

- *Со всей поверхности Земли можно было наблюдать лунное затмение хотя бы частично* — неверно, по карте видно, что есть области, из которых наблюдать лунное затмение было нельзя.
- *Луна находилась в полнолунии* — верно, во время лунного затмения Луна всегда в полнолунии.
- *Солнце находилось в момент полной фазы затмения в зените для наблюдателя из Москвы* — неверно, так как для наблюдателя в Москве Солнце никогда не бывает в зените. Если из Москвы было видно полную фазу лунного затмения, то было видно Луну, которая находится в противоположной от Солнца точке небесной сферы, следовательно, Солнце должно находиться под горизонтом.
- *На южном полюсе Земли можно было наблюдать частную фазу лунного затмения* — верно, вывод можно сделать, посмотрев на карту.
- На территории Италии невозможно было наблюдать затмение — неверно, на территории Италии видно полную фазу целиком, что указано на карте фиолетовым цветом.
- *Во время затмения угловое расстояние между Луной и Солнцем было* 90° — неверно, во время лунного затмения Луна и Солнце на небе отстоят друг от друга на 180°, поскольку они находятся в противоположных точках небесной сферы.
- *Ровно через месяц после 7 сентября 2025 года было полное солнечное затмение* — неверно, так как для полного солнечного затмения Луна должна находиться в фазе новолуния, а через месяц Луна была близка к фазе полнолуния, так как 7 сентября было лунное затмение, для которого Луна находится в фазе полнолуния, а период смены фаз Луны составляет 29.5 дня.
- *В Австралии Луну во время затмения наблюдали к северу от зенита* — верно; поскольку Австралия находится в Южном полушарии Земли, Луна, как и Солнце, кульминирует там к северу от зенита.

б) Только первая картинка является полной фазой теневого затмения, остальные соответствуют частной теневой фазе лунного затмения.

Задание 1. Вариант 2. Дана схема лунного затмения, которое произошло 7 сентября 2025 года. GMT — обозначение времени на Гринвичском меридиане.



а) Выберите верные утверждения.

Ответ:

- Со всей поверхности Земли можно было наблюдать лунное затмение хотя бы частично
- ✓ Луна находилась в фазе полнолуния
- Пунктирной линией на рисунке обозначен экватор
- ✓ На некоторых территориях лунное затмение можно было наблюдать в полночь
- Максимум лунного затмения наблюдался в 18:11 по московскому времени
- Во время затмения угловое расстояние между Луной и Солнцем составляло 90°
- ✓ В течение месяца после 7 сентября 2025 года было частное солнечное затмение
- ✓ Начало полутеневой фазы для наблюдателя в четвёртом часовом поясе наступило в 19:28

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 6 баллов. За каждую ошибку снимается 2 балла

б) Какие изображения соответствуют лунному затмению?

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла. За каждую ошибку снимается 1 балл. Более 2 ошибок — 0 баллов

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

а)

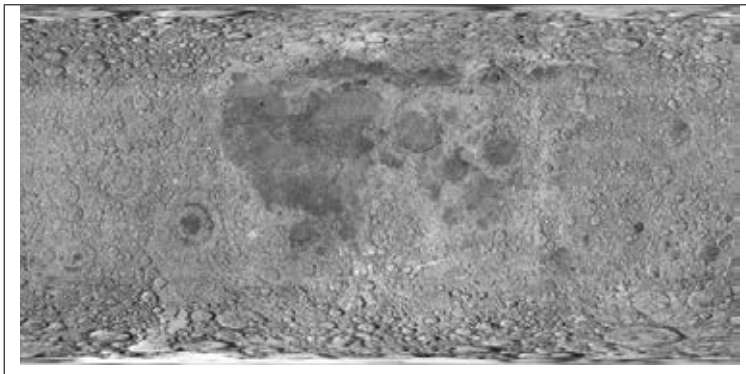
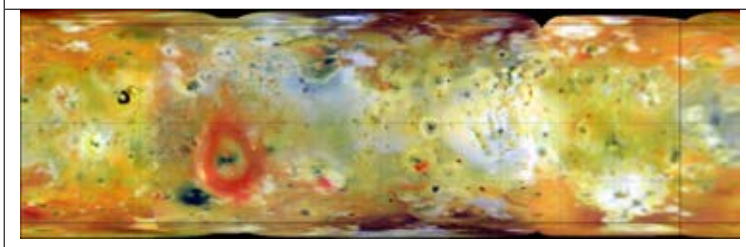
- *Со всей поверхности Земли можно было наблюдать лунное затмение хотя бы частично* — неверно, так как лунное затмение длится 5 с небольшим часов, за это время Земля провернётся не более чем на 80°, а Луну будет видно только с части поверхности Земли, равной примерно 250°.
- *Луна находилась в фазе полнолуния* — верно.
- *Пунктирной линией на рисунке обозначен экватор* — неверно, пунктирной линией обозначена эклиптика.
- *На некоторых территориях лунное затмение можно было наблюдать в полночь* — верно.
- *Максимум лунного затмения наблюдался в 18:11 по московскому времени* — неверно, это время максимума лунного затмения на гринвичском меридиане, а не в Москве.
- *Во время затмения угловое расстояние между Луной и Солнцем было* 90° — неверно, во время лунного затмения между Луной и Солнцем на небе было 180°, они находятся в противоположных точках небесной сферы.
- *В течение месяца после 7 сентября 2025 года было частное лунное затмение* — верно.
- *Начало полутеневой фазы для наблюдателя в четвёртом часовом поясе наступило в 19:28* — верно, начало полутеневой фазы по гринвичскому времени в 15:28, в четвёртом часовом поясе будет на 4 часа больше, то есть 19:28.

б) На остальных картинках указаны фазы Луны, а не лунное затмение.

Задание 2.

а) Установите соответствие между объектами и их развёртками.

Ответ:

	Луна
	Марс
	Земля
	Ио
	Юпитер

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

б) Расположите объекты в порядке увеличения минимально возможной дистанции от них до Юпитера.

Ответ:

✓ Ио
✓ Калисто
✓ Марс
✓ Луна
✓ Солнце
✓ Нептун

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов. За 1 ошибку снимается 2 балла. Более 1 ошибки — 0 баллов

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

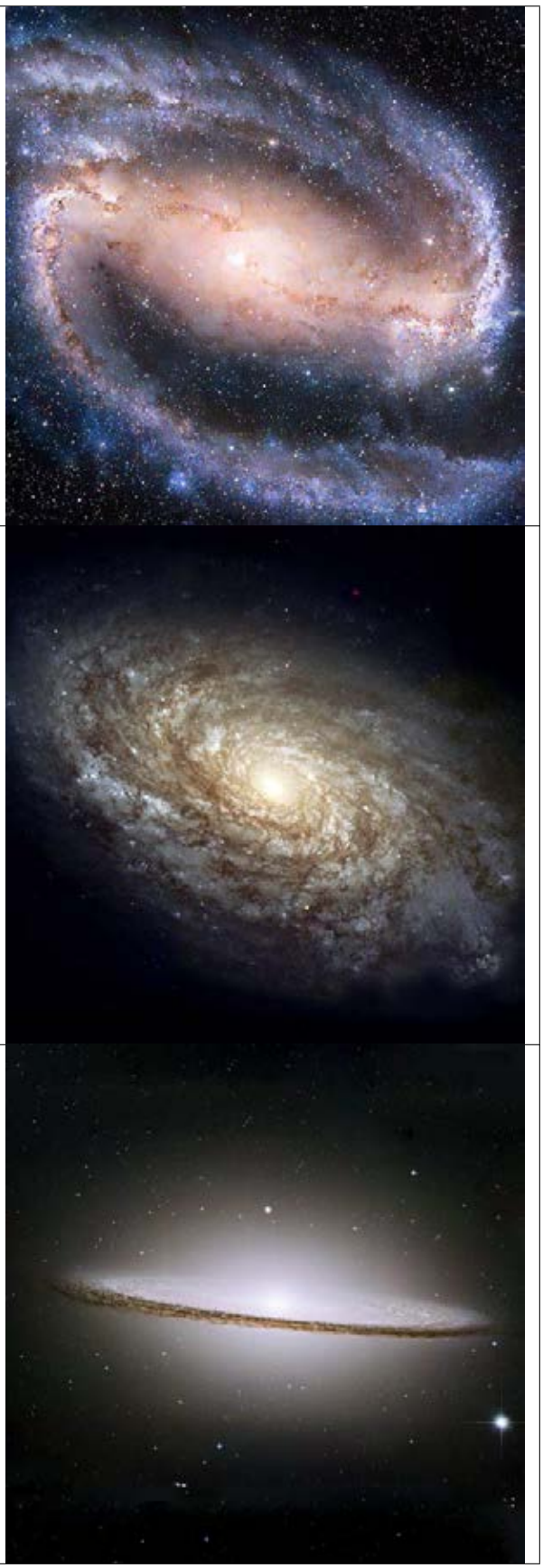
Укажем расстояния от Юпитера до объектов:

- Ио (спутник Юпитера) — 400 тыс. км.
- Каллисто (спутник Юпитера) — 2 млн км.
- Марс: минимальное — 3.7 а. е., находится вычитанием большой полуоси Марса из большой полуоси Юпитера.
- Луна: минимальное — 4.2 а. е., находится вычитанием большой полуоси Земли (так как Луна — спутник Земли) из большой полуоси Юпитера.
- Нептун: минимальное — 24.8 а. е., находится вычитанием большой полуоси Юпитера из большой полуоси Нептуна.

Задание 3.

Распределите объекты по группам.

Ответ:

Галактики	

Рассеянные звёздные скопления	  

Молекулярные облака с областью звездообразования	  

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 1 балл. Всего — 9 баллов. За каждую ошибку снимается 1 балл.

Максимальный балл за задание — 9

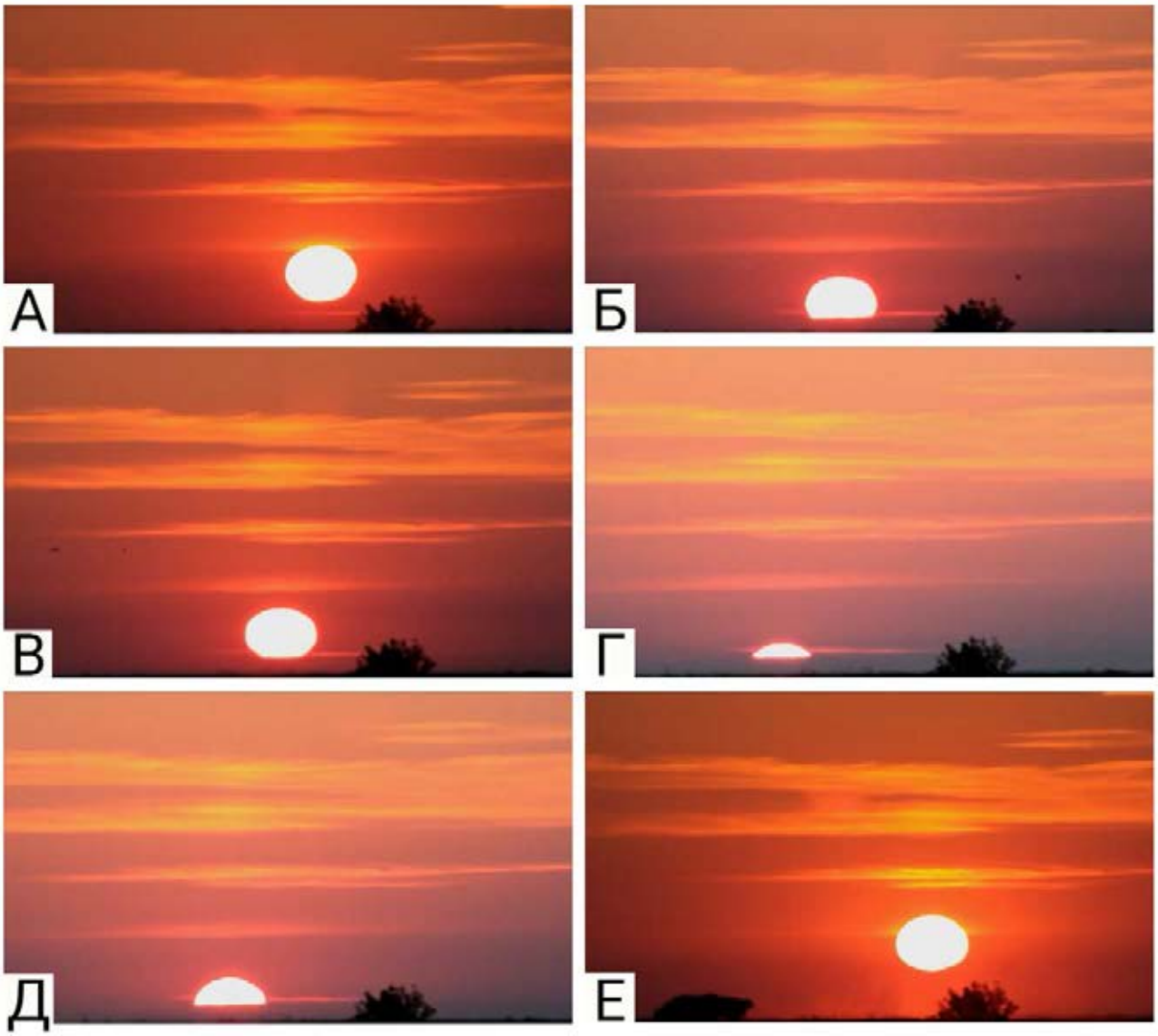
Решение.

Признаки, по которым участник может классифицировать эти снимки:

- Изображённые галактики имеют яркое ядро и спиральные рукава;
- Рассеянные звёздные скопления представляют собой большие группы ярких звёзд;
- Молекулярные облака имеют клочковатую структуру и формируют сгустки туманности.

Задание 4. Вариант 1.

Эти фотографии сделаны в Северном полушарии.



а) Расположите фотографии в хронологическом порядке.

Ответ:

✓ Г
✓ Д
✓ Б
✓ В
✓ А
✓ Е

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла. За каждую ошибку снимается 1 балл. Более 4 ошибок — 0 баллов

б) Какое событие запечатлено?

Ответ:

- Восход Луны
- Пожар
✓ Восход Солнца
- Заход Солнца
- Прилёт НЛО
- Заход Луны
- Заход Венеры

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Одна из фотографий была сделана в промежутке между остальными, и на неё попал самолёт. Известно, что угловые диаметры Солнца и Луны равны 32 угловым минутам.



Определите угловой размер пролетевшего во время фотографирования самолёта (от кончика хвоста до кончика носа). Ответ выразите в градусах, округлите до десятых.

Ответ: 0.7 или 0.8

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

г) В каком направлении летит самолёт?

Ответ:

- На север
- ✓ На юг
- На запад
- На восток

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

а) Так как событие происходит в Северном полушарии, Солнце движется слева направо. Расставляем картинки так, чтобы они соответствовали этому направлению, получается, что Солнце восходит.

б) Солнце восходит (пояснение см. выше).

в) Для измерений используем горизонтальный размер Солнца, так как по вертикали рефракция искажает реальные угловые размеры Солнца. Самолёт на фото в длину в 1.4 раза длиннее, чем поперечный размер Солнца. Угловой диаметр Солнца (32 угловые минуты) умножим на 1.4, получим 45 угловых минут. Ответ необходимо дать в градусах, для этого разделим на 60, получим 0.74 градуса, после округления — $0.7°$.

г) Так как Солнце восходит на востоке, а самолёт летит направо, то он движется на юг.

Задание 4. Вариант 2.

Эти фотографии сделаны в северных широтах.



а) Расположите фотографии в хронологическом порядке.

Ответ:

✓ Д
✓ В
✓ Г
✓ А
✓ Б
✓ Е

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла. За каждую ошибку снимается 1 балл. Более 4 ошибок — 0 баллов

б) Какое событие запечатлено?

Ответ:

- Восход Луны
- Пожар
- Восход Солнца

✓ Заход Солнца

- Заход Луны
- Прилёт НЛО
- Заход Венеры

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Одна из фотографий была сделана в промежутке между остальными, и на неё попала птица. Известно, что угловые диаметры Солнца и Луны равны 32 угловым минутам.



Определите угловой размер пролетевшей во время фотографирования птицы (от кончика клюва до кончика хвоста). Ответ выразите в градусах, округлите до десятых.

Ответ: 1.2 или 1.3

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

г) В каком направлении летит птица?

Ответ:

- На север
- ✓ На юг
- На запад
- На восток

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 5.

а) Установите соответствие между событием/объектом и посвящённой ему маркой.

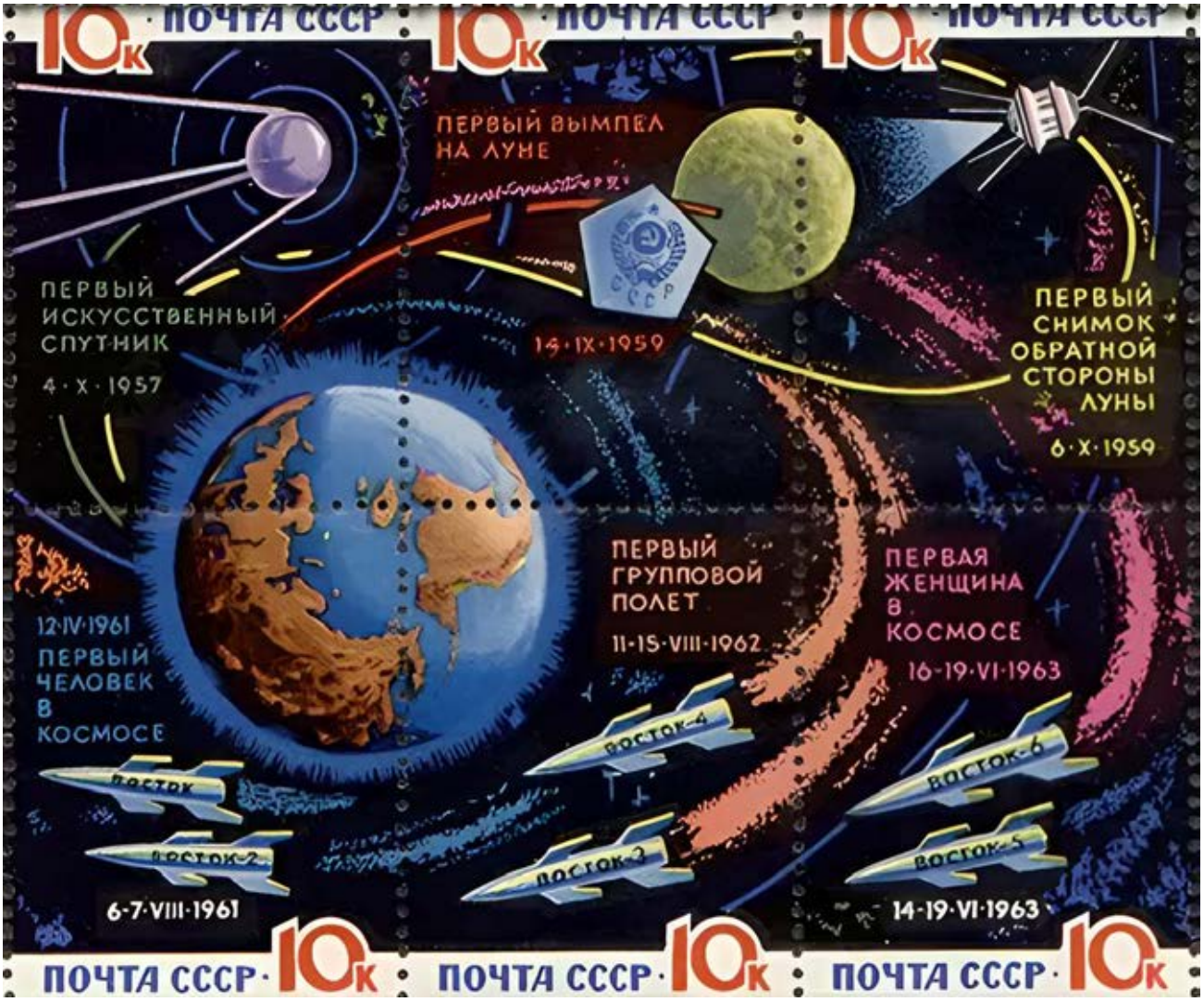
В этом задании используются не все варианты ответа из правого столбца. Неиспользованные варианты приведены в последней ячейке таблицы

Ответ:

	Полёт Юрия Гагарина в космос
	Выход Алексея Леонова в открытый космос
	Нил Армстронг на Луне
	Солнечное затмение
	Комета Первый спутник Покрытие Луной звезды Лунное затмение Спутники Сатурна Спутники Юпитера

Критерий оценивания: за каждую верную пару — 1 балл. Всего — 4 балла

б) Используя приведённые марки, определите число полных недель между запуском первого человека в космос и первым вымпелом на Луне.



Ответ: 82

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Сколько полных месяцев прошло между началом первого группового полёта и выходом Алексея Леонова в открытый космос 18 марта 1965 года?

Ответ: 31

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

а) На марках указаны даты событий.

б) Запуск первого искусственного спутника произошёл 4.10.1957, первый снимок обратной стороны Луны был сделан 6.10.1959. Чтобы найти количество полных недель, прошедших между этими событиями, необходимо посчитать количество дней между ними, поделить на 7 и взять целую часть. Количество дней между этими датами — 732. Количество недель — 104.

в) Аналогично найдём даты на марке: запуск первого человека в космос — 12.04.1961, выход Алексея Леонова в открытый космос — 18.03.1965. В данном случае требуется найти количество полных месяцев. С 12.04.1961 по 12.04.1965 прошло полных 4 года, то есть 48 месяцев, но выход Алексея Леонова в открытый космос произошёл в марте, 12.03.1965 года, то есть всего 47 месяцев, оставшиеся дни за полный месяц не считаются. Ответ — 47.

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 5.
Пункты б-в)

№ варианта	Событие 1	Событие 2	Дата события 1	Дата события 2	Ответ (пункт б)
1	запуск первого человека в космос	первый вымпел на Луне	12.04.1961	14.09.1959	82
2	окончание первого группового полёта	запуск первого человека в космос	15.08.1962	12.04.1961	70
3	запуск первого искусственного спутника	начало полёта первой женщины в космос	04.10.1957	16.06.1963	297
4	запуск корабля «Восток-2»	запуск первого искусственного спутника	06.08.1961	04.10.1957	200
5	окончание полёта первой женщины в космос	первый снимок обратной стороны Луны	19.06.1963	06.10.1959	193
6	запуск первого искусственного спутника	первый снимок обратной стороны Луны	04.10.1957	06.10.1959	104

№ варианта	Событие 3	Событие 4	Дата события 3	Дата события 4	Ответ (пункт в)
1	начало первого группового полёта	выход Алексея Леонова в открытый космос	11.08.1962	18.03.1965	31
2	запуск первого искусственного спутника	Нил Армстронг стал первым человеком, ступившим на поверхность Луны	04.10.1957	20.07.1969	141
3	первый снимок обратной стороны Луны	Нил Армстронг стал первым человеком, ступившим на поверхность Луны	06.10.1959	20.07.1969	117
4	первый вымпел на Луне	запуск первого в мире лунного самоходного аппарата «Луноход-1»	14.09.1959	10.11.1970	133
5	запуск первого человека в космос	запуск первого в мире лунного самоходного аппарата «Луноход-1»	12.04.1961	10.11.1970	114
6	запуск первого человека в космос	выход Алексея Леонова в открытый космос	12.04.1961	18.03.1965	47

Задание 6. Вариант 1.

Два корабля находятся на экваторе. Корабль «Летучий Голландец» находится на долготе 50° в. д., корабль «Звёздный Драккар» — на долготе 90° в. д. Считайте радиус Земли равным 6400 км.

а) Определите расстояние по поверхности между этими двумя кораблями. Ответ выразите в тысячах километров, округлите до сотых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [4.40; 4.55]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) Определите разницу в показаниях бортовых часов по модулю. Считайте, что на каждом корабле пользуются временем меридиана, на котором он находится. Ответ выразите в часах, округлите до десятых.

Ответ: 2.7

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

в) Капитан на «Летучем Голландце» наблюдает восход Солнца в день равноденствия. Чему равна высота Солнца в этот момент для экипажа «Звёздного Драккара»? Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

Ответ: 40

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 11

Решение.

а) Так как оба корабля находятся на экваторе, значения не превышают 90° и находятся по одну сторону от гринвичского меридиана, то расстояние по поверхности можно найти по формуле:

$$\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{360^\circ} \cdot 2\pi R_{\text{Земли}} \cdot 11000 \text{ (в тыс. км.)},$$

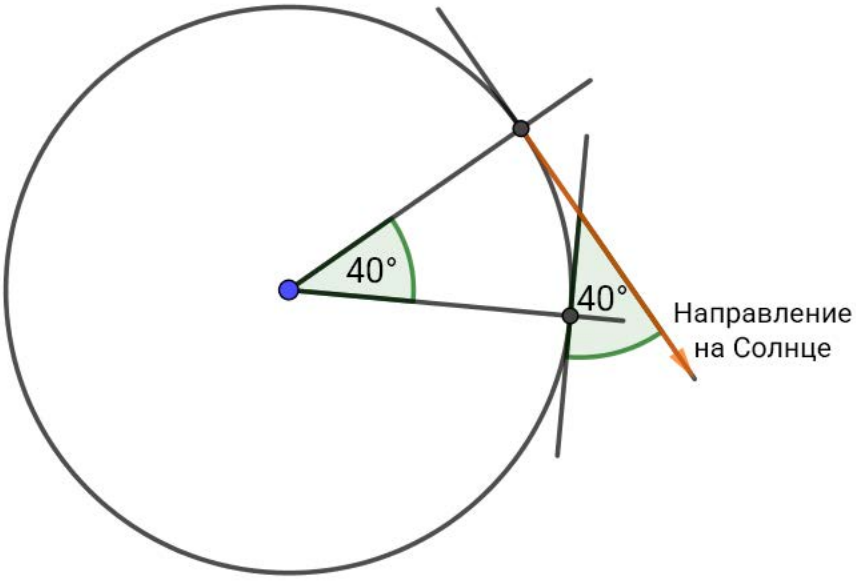
где λ — долготы кораблей, $R_{\text{Земли}}$ — радиус Земли в километрах.

б) Если время корабля — это время меридиана, на котором он находится, то разница бортовых часов по модулю — это разность долгот (в данном случае сумма модулей), переведённая в часы:

$$\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{15^\circ} \text{ (в часах)},$$

где λ — долготы кораблей.

в) Разница высот Солнца будет равна углу между направлениями на горизонт в этих двух точках. А поскольку угол между двумя прямыми равен углу между их перпендикулярами, то угол между направлениями на горизонт будет равен разнице долгот, выраженной в градусах.

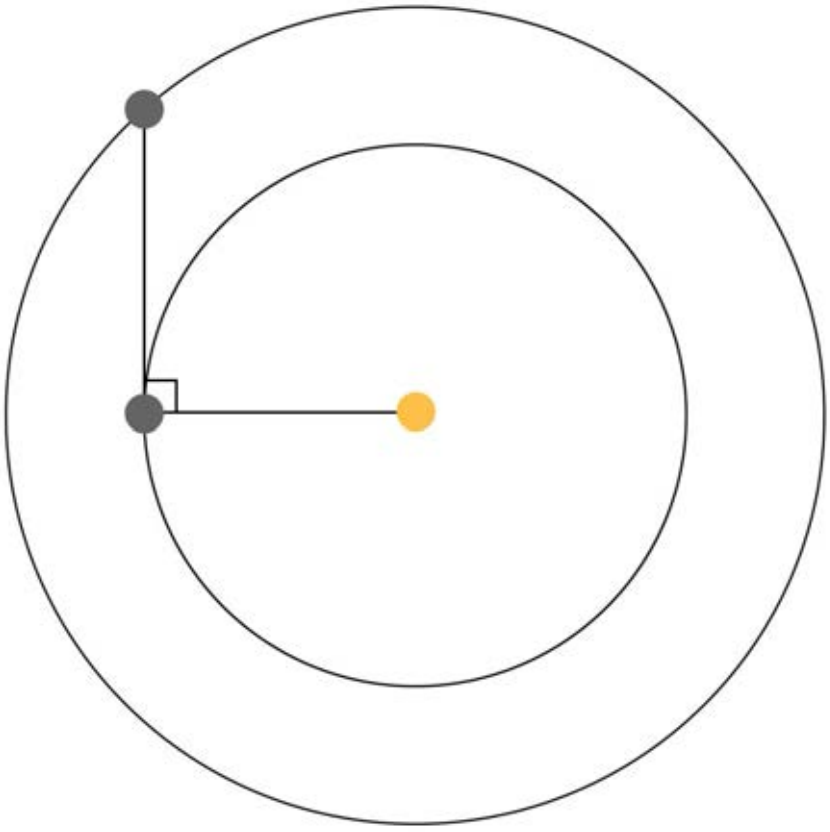


Матрица параметров и ответов к вариантам задания 6.

№ варианта	Долгота «Летучего Голландца», в. д.	Долгота «Звёздного Драккара», в. д.	Ответ в диапазоне (пункт а)		Ответ (пункт б)	Ответ (пункт в)
1	50	90	4.40	4.55	2.7	40
2	48	93	4.96	5.11	3.0	45
3	46	96	5.51	5.66	3.3	50
4	44	99	6.07	6.22	3.7	55
5	42	102	6.63	6.78	4.0	60
6	40	105	7.19	7.34	4.3	65
7	38	108	7.75	7.90	4.7	70
8	36	111	8.31	8.46	5.0	75
9	34	114	8.87	9.02	5.3	80
10	32	117	9.42	9.57	5.7	85
11	30	120	9.98	10.13	6.0	90
12	28	123	10.54	10.69	6.3	85
13	26	126	11.10	11.25	6.7	80
14	24	129	11.66	11.81	7.0	75
15	22	132	12.22	12.37	7.3	70
16	20	135	12.78	12.93	7.7	65
17	18	138	13.33	13.48	8.0	60
18	16	141	13.89	14.04	8.3	55
19	14	144	14.45	14.60	8.7	50
20	12	147	15.01	15.16	9.0	45

Задание 7. Вариант 1.

Дана схема взаимного расположения Меркурия и Земли.



Происходит радиолокация Меркурия с Земли. Для этого с Земли запускается сигнал и после отражения его от наблюдаемой планеты принимается и анализируется.

а) Найдите расстояние между Меркурием и Землёй. Радиус орбиты Меркурия равен 0.39 а. е. Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до сотых.

Ответ: 0.92

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

б) Радиолокация осуществляется со скоростью света, равной 300 000 км/с, расстояние от Солнца до Земли равно 149 млн км. Сколько времени потребуется на радиолокацию? Ответ выразите в минутах, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [15.0; 15.4]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

в) На каком максимальном угловом расстоянии от Солнца может находиться внутренняя планета на небе внешней планеты? Ответ выразите в градусах, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [22.9; 23.1]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 11

Решение.

а) Расстояние между планетами, измеряемое в астрономических единицах (а. е.):

$$r = \sqrt{r_{\text{Марс}}^2 - r_{\text{Земли}}^2} = 1.14 \text{ а. е.},$$

где $r_{\text{Марс}}$ и $r_{\text{Земли}}$ — большие полуоси орбит Марса и Земли соответственно.

б) Время, требуемое на радиолокацию:

$$t = \frac{2 \cdot r \cdot 149 \text{ млн. км}}{v_{\text{света}}} = 18.9 \text{ минуты}.$$

В формуле использованы следующие обозначения:

r — расстояние между планетами, найденное в вопросе **а)**, $v_{\text{света}} = 300000$ км/с — скорость света.

Необходимо учесть, что сигналу требуется достичь планеты, для которой происходит радиолокация, и вернуться обратно. Также не забыть перевести ответ в минуты и округлить до десятых.

в) Положение, в котором на небе внешней планеты внутренняя планета находится на максимальном угловом расстоянии от Солнца, соответствует тому, что дано в задаче. Значит, максимальное угловое расстояние:

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{r_{\text{внутр}}}{r_{\text{внеш}}}\right).$$

Если участник не знаком с понятием арксинус, существуют альтернативные подходы.

Вариант 1. Геометрический метод. Доступен всем. Необходимо найти угловое расстояние между Солнцем и Землёй для наблюдателя, находящегося на Марсе, то есть острый угол Солнце — Марс — Земля. Построим орбиты в масштабе: циркулем нарисуем орбиты планет на расстоянии 10 см и 15.2 см от звезды. Можно использовать 5 см и 7.6 см, главное — сохранить масштаб. Полученный треугольник будет подобен реальному треугольнику Солнце — Марс — Земля со сторонами 1 а. е., 1.52 а. е. и 1.14 а. е. Далее поместим Солнце, Марс и Землю в соответствующие точки, соединим их и напрямую измерим искомый угол транспортиром, получим около 40 градусов. Мы использовали свойства подобия треугольников.

Вариант 2. Найдём синус искомого угла из прямоугольного треугольника Солнце — Марс — Земля как отношение противолежащего катета Солнце — Земля = 1 а. е. к гипотенузе Солнце — Марс = 1.52 а. е., получится $\sin\alpha = 0.66$. Далее с помощью подбора на калькуляторе можно найти $\sin(41°) \approx 0.66$. Ответ: 41°.

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 7.

№ варианта	Объект	Радиус орбиты объекта, а. е.	Ответ (пункт а)	Ответ в диапазоне (пункт б)		Доп. ответ (пункт б)	Ед. измерения ответа (пункт б)	Ответ в диапазоне (пункт в)	
1	Марс	1.52	1.14	18.7	19.1	9.5	минуты	39.6	42.6
2	Меркурий	0.39	0.92	15.0	15.4	7.6	минуты	21.5	24.5
3	Венера	0.72	0.69	11.2	11.6	5.7	минуты	44.6	47.6
4	Юпитер	5.2	5.10	84.2	84.6	42.2	минуты	9.6	12.6
5	Сатурн	9.54	9.49	2.4	2.8	1.3	часы	4.5	7.5
6	Уран	19.19	19.16	5.1	5.5	2.7	часы	1.5	4.5
7	Нептун	30.06	30.04	8.1	8.5	4.2	часы	0.4	3.4
8	Плутон	39.48	39.47	10.7	11.1	5.5	часы	0	3
9	Макемаке	45.37	45.36	12.3	12.7	6.3	часы	0	2.8
10	Хаумея	43.12	43.11	11.7	12.1	6	часы	0	2.8
11	Эрида	67.94	67.93	18.5	18.9	9.4	часы	0	2.3
12	Веста	2.36	2.14	35.2	35.6	17.7	минуты	23.6	26.6
13	Церера	2.77	2.58	42.5	42.9	21.4	минуты	19.7	22.7

Задание 8.

а) Выберите верные утверждения.

Ответ:

- Ночь наступает, потому что Солнце затмевается Луной
- Смена времён года происходит из-за эллиптичности орбиты Земли
- ✓ Фазы Луны зависят от взаимного положения Солнца, Земли и Луны
- Свет от Луны до Земли идёт 500 секунд
- ✓ Синодический период Луны больше сидерического периода Луны
- Луна больше Марса практически в 2 раза
- В Солнечной системе 9 больших планет
- ✓ Марс меньше Земли практически в 2 раза
- Плутон, Харон и Хаумея — это большие планеты-гиганты
- Плутон открыли раньше Марса

б) Установите соответствие между объектами и фактами о них.

Ответ:

Венера	За 250 лет случается всего четыре прохождения объекта по диску Солнца
	Объект вращается в направлении, противоположном направлению вращения большинства планет
	Третий по яркости объект на небе Земли
Луна	«Луноход-1» успешно закончил свою миссию в 1971 году на поверхности этого объекта
	Гравитационное влияние этого объекта вызывает морские приливы и отливы
	Самым заметным лучевым кратером на этом объекте является кратер Тихо
Юпитер	Средняя плотность этого объекта немногим больше плотности воды
	Гравитационное воздействие объекта в июле 1994 года привело к дроблению кометы Шумейкеров-Леви-9 и падению в широты южнее Большого Красного пятна
	Объект излучает на 60 % больше энергии, чем получает от Солнца

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

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

а)

- Ночь наступает, потому что Солнце затмевается Луной — **неверно**, данное событие называется солнечным затмением.

- Плутон, Харон и Хаумея — это большие планеты-гиганты — **неверно**, Плутон и Хаумея — это карликовые планеты, а Харон — спутник Плутона.
- Смена времён года происходит из-за эллиптичности орбиты Земли — **неверно**, смене времён года происходит из-за наклона земной оси.
- Фазы Луны зависят от взаимного положения Солнца, Земли и Луны — **верно**.
- Свет от Луны до Земли идёт 500 секунд — **неверно**, свет от Солнца до Земли идёт 500 секунд, а от Земли до Луны свет идёт немногим больше 1 секунды.
- Синодический период Луны больше сидерического периода Луны — **верно**.
- Луна больше Марса практически в 2 раза — **неверно**, Луна меньше Марса.
- Плутон открыли раньше Марса — **неверно**, Марс был известен ещё в древности, а Плутон открыли только в 1930 году.
- В Солнечной системе 9 больших планет — **неверно**, в Солнечной системе 8 больших планет.
- Марс меньше Земли практически в 2 раза — **верно**.

б) Не нуждается в комментариях.

Задание 9. Вариант 1.

Дана таблица некоторых свойств экзопланет системы Трея ($R = R_{\textbf{Солнца}}$, $M = M_{\textbf{Солнца}}$).

Экзопланета	Масса, $M_{\textbf{Земли}}$	Радиус, $R_{\textbf{Земли}}$	Расстояние от родительской звезды, а. е.
Трея b	3.5	1.5	0.1
Трея c	10	2.5	1.2
Трея d	100	9.1	2.5

а) Определите угловой диаметр родительской звезды при наблюдении с планеты Трея d. Ответ выразите в градусах, округлите до десятых.

Ответ: 0.2 или 0.3

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) Определите период обращения планеты Трея c вокруг родительской звезды. Ответ выразите в годах, округлите до сотых.

Справочная информация:

Для решения задачи вам может понадобиться третий закон Кеплера. Для двух планет он записывается так:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3},$$

где:

- T_1 и T_2 — периоды обращения планет вокруг Солнца (например, в годах);
- a_1 и a_2 — средние расстояния планет до Солнца (большие полуоси орбит, например, в астрономических единицах — а. е.).

Ответ: засчитывается в диапазоне [1.28; 1.34]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

в) Определите минимальное расстояние между Трея b и Трея d. Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до десятых.

Ответ: 2.4

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

а) Угловой диаметр Солнца при наблюдении с Земли равен 0.5°. Следовательно, формула для углового диаметра следующая:

$$\alpha = \frac{0.5^\circ \cdot R}{a},$$

где R — радиус родительской звезды в радиусах Солнца, в данной задаче он равен 1, а a — расстояние до родительской звезды от планеты в астрономических единицах (а. е.).

б) Так как родительская звезда похожа на Солнце, используя третий закон Кеплера, получаем:

$$T_{\text{в годах}} = \sqrt{a^3_{\text{в а.е.}}},$$

где a — расстояние до родительской звезды от планеты в астрономических единицах (а. е.).

в) Планеты максимально сблизятся в момент, когда они будут находиться на одной прямой с родительской звездой по одну сторону от неё. Тогда минимальное расстояние равно разности расстояний от каждой из планет до родительской звезды.

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 9.

№ вар.	Масса Треи b, масс Земли	Радиус Треи b, рад. Земли	Расстояние Треи b от звезды, а. е.	Масса Треи c, масс Земли	Радиус Треи c, рад. Земли	Расстояние Треи c от звезды, а. е.	Масса Треи d, масс Земли	Радиус Треи d, рад. Земли	Расстояние Треи d от звезды, а. е.	Ответ в диапазоне (пункт а)	
1	3.5	1.5	0.1	10	2.5	1.2	100	9.1	2.5	0.2	0.3
2	3.6	1.6	0.3	11	2.6	1.7	102	9.2	2	0.3	0.4
3	3.8	1.8	0.7	13	2.8	2.7	106	9.4	0.5	1.0	1.2
4	3.9	1.9	0.9	14	2.9	3.2	108	9.5	0.3	1.7	1.9
5	4	2	1.1	15	3	3.7	110	9.6	0.2	2.5	2.8
6	4.1	2.1	1.3	16	3.1	4.2	112	9.7	0.1	5.0	5.4
7	4.2	2.2	1.5	17	3.2	4.7	114	9.8	0.05	10.0	10.7
8	4.3	2.3	1.7	18	3.3	5.2	116	9.9	0.25	2.0	2.2
9	4.4	2.4	1.9	19	3.4	5.7	118	10	0.35	1.4	1.6
10	4.5	2.5	2.1	20	3.5	6.2	120	10.1	0.45	1.1	1.3
11	4.6	2.6	2.3	21	3.6	6.7	122	10.2	0.15	3.3	3.7
12	4.7	2.7	2.5	22	3.7	7.2	124	10.3	0.55	0.9	1.1
13	4.8	2.8	2.7	23	3.8	7.7	126	10.4	0.65	0.8	0.9
14	4.9	2.9	2.9	24	3.9	8.2	128	10.5	0.7	0.7	0.9

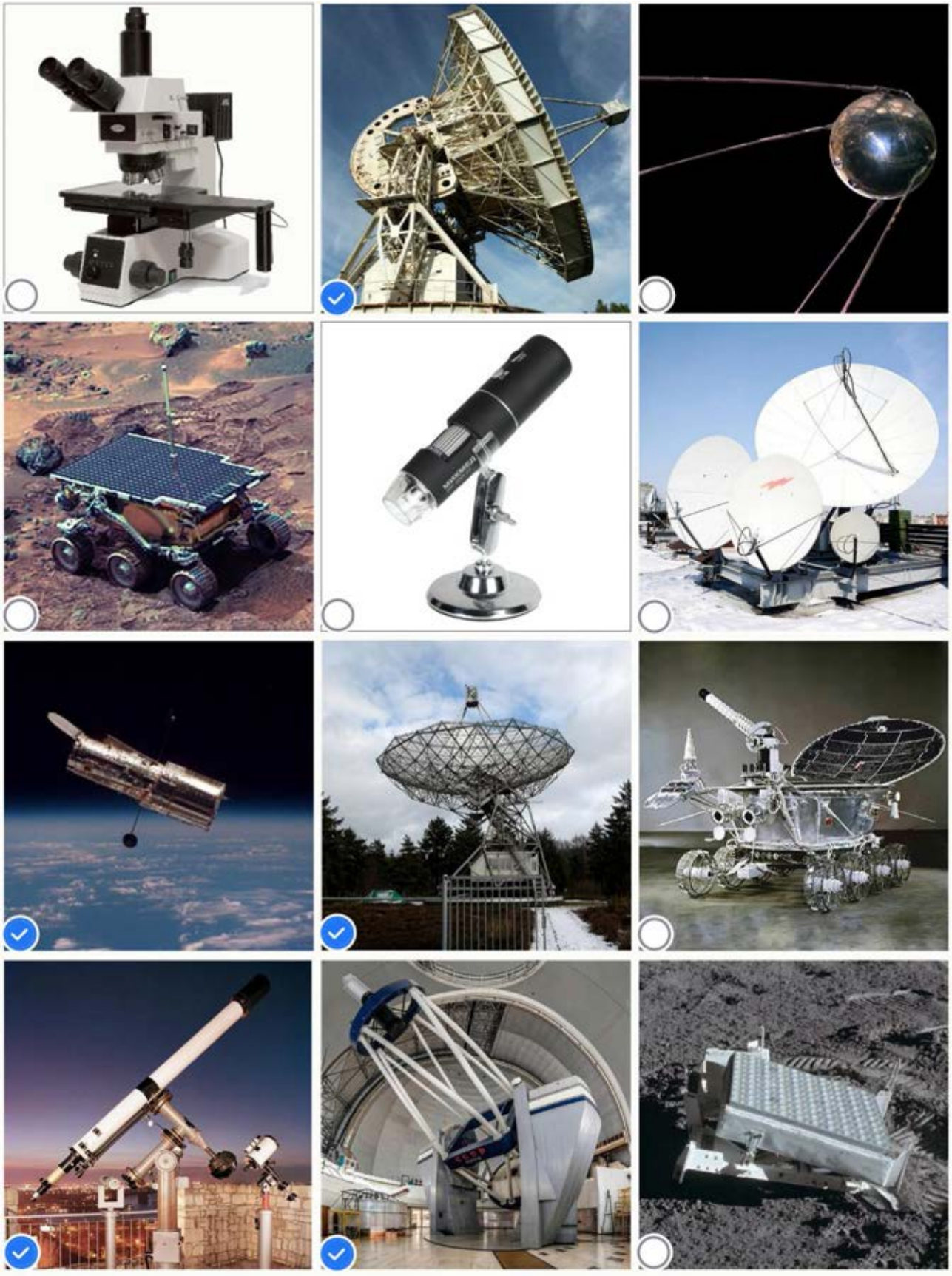
№ вар.	Масса Треи b, масс Земли	Радиус Треи b, рад. Земли	Расстояние Треи b от звезды, а. е.	Масса Треи c, масс Земли	Радиус Треи c, рад. Земли	Расстояние Треи c от звезды, а. е.	Масса Треи d, масс Земли	Радиус Треи d, рад. Земли	Расстояние Треи d от звезды, а. е.	Ответ в диапазоне (пункт б)	
1	3.5	1.5	0.1	10	2.5	1.2	100	9.1	2.5	1.28	1.34
2	3.6	1.6	0.3	11	2.6	1.7	102	9.2	2	2.19	2.25
3	3.8	1.8	0.7	13	2.8	2.7	106	9.4	0.5	4.41	4.47
4	3.9	1.9	0.9	14	2.9	3.2	108	9.5	0.3	5.69	5.75
5	4	2	1.1	15	3	3.7	110	9.6	0.2	7.09	7.15
6	4.1	2.1	1.3	16	3.1	4.2	112	9.7	0.1	8.58	8.64
7	4.2	2.2	1.5	17	3.2	4.7	114	9.8	0.05	10.16	10.22
8	4.3	2.3	1.7	18	3.3	5.2	116	9.9	0.25	11.83	11.89
9	4.4	2.4	1.9	19	3.4	5.7	118	10	0.35	13.58	13.64
10	4.5	2.5	2.1	20	3.5	6.2	120	10.1	0.45	15.41	15.47
11	4.6	2.6	2.3	21	3.6	6.7	122	10.2	0.15	17.31	17.37
12	4.7	2.7	2.5	22	3.7	7.2	124	10.3	0.55	19.29	19.35
13	4.8	2.8	2.7	23	3.8	7.7	126	10.4	0.65	21.34	21.4
14	4.9	2.9	2.9	24	3.9	8.2	128	10.5	0.7	23.45	23.51

№ вар.	Масса Треи b, масс Земли	Радиус Треи b, рад. Земли	Расстояние Треи b от звезды, а. е.	Масса Треи c, масс Земли	Радиус Треи c, рад. Земли	Расстояние Треи c от звезды, а. е.	Масса Треи d, масс Земли	Радиус Треи d, рад. Земли	Расстояние Треи d от звезды, а. е.	Ответ (пункт в)	Ответ (пункт в) округлить до...
1	3.5	1.5	0.1	10	2.5	1.2	100	9.1	2.5	2.4	десятых
2	3.6	1.6	0.3	11	2.6	1.7	102	9.2	2.0	1.7	десятых
3	3.8	1.8	0.7	13	2.8	2.7	106	9.4	0.5	0.2	десятых
4	3.9	1.9	0.9	14	2.9	3.2	108	9.5	0.3	0.6	десятых
5	4	2	1.1	15	3	3.7	110	9.6	0.2	0.9	десятых
6	4.1	2.1	1.3	16	3.1	4.2	112	9.7	0.1	1.2	десятых
7	4.2	2.2	1.5	17	3.2	4.7	114	9.8	0.05	1.45	сотых
8	4.3	2.3	1.7	18	3.3	5.2	116	9.9	0.25	1.45	сотых
9	4.4	2.4	1.9	19	3.4	5.7	118	10.0	0.35	1.55	сотых
10	4.5	2.5	2.1	20	3.5	6.2	120	10.1	0.45	1.65	сотых
11	4.6	2.6	2.3	21	3.6	6.7	122	10.2	0.15	2.15	сотых
12	4.7	2.7	2.5	22	3.7	7.2	124	10.3	0.55	1.95	сотых
13	4.8	2.8	2.7	23	3.8	7.7	126	10.4	0.65	2.05	сотых
14	4.9	2.9	2.9	24	3.9	8.2	128	10.5	0.70	2.2	десятых

Задание 10.

Выберите изображения телескопов, используемых для астрономических наблюдений.

Ответ:



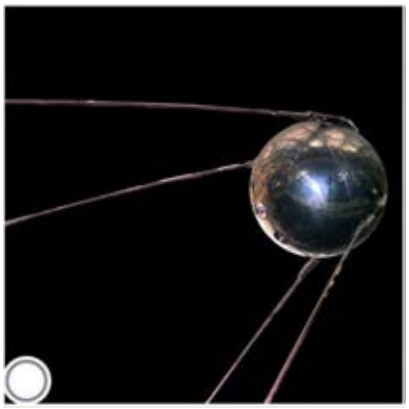
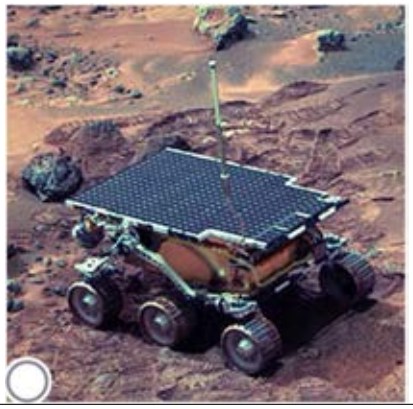
Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 1 балл. Всего 5 баллов. За каждую ошибку снимается 1 балл

Максимальный балл за задание — 5

Решение.

Телескопы бывают не только оптическими, существуют радиотелескопы в форме вогнутой тарелки, а также космические телескопы, которые тоже могут иметь необычные и непривычные формы, но в данных картинках такой только один — самый известный космический телескоп, «Хаббл».

На рисунках представлены:

		
Микроскоп	Радиотелескоп «РТ-22» Пущинской астрономической обсерватории	Первый искусственный спутник Земли
		
Марсоход	Цифровой микроскоп	Спутниковая тарелка телевидения
		
Космический телескоп «Хаббл»	Радиотелескоп в радиообсерватории Двингело	«Луноход-1»
		
Телескоп линзовый	Большой телескоп азимутальный (БТА)	Отражатель на Луне

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

